

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

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

*Труды Всероссийской научной конференции  
студентов, аспирантов и молодых ученых  
19 – 21 мая 2020 г.*

**ВЫПУСК 24**

**ЧАСТЬ VI**

**ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ**

Под общей редакцией профессора М.В. Темлянцева

**Новокузнецк  
2020**

ББК 74.580.268  
Н 340

Редакционная коллегия:

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 Чаплыгин В.В.,  
д-р техн. наук, профессор Галевский Г.В.,  
д-р техн. наук, профессор Козырев Н.А.,  
канд. техн. наук, доцент Коротков С.Г.

Н 340

Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения: труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, 19–21 мая 2020 г. Выпуск 24. Часть VI. Технические науки / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Сибирский государственный индустриальный университет ; под общ. ред. М. В. Темлянцева. – Новокузнецк ; Издательский центр СибГИУ, 2020. – 323 с. : ил.

ISSN 2500-3364

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

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

ISSN 2500-3364

© Сибирский государственный  
индустриальный университет, 2020

# **I НОВЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ**

УДК 681.518.5: 622.7.012

## **СОЗДАНИЕ ВЕРХНЕГО УРОВНЯ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ КОМПЛЕКСОМ ОБОГАТИТЕЛЬНОЙ ФАБРИКИ «ШАХТА № 12»**

**Иванов Д.В., Коровин Д.Е.**

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

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк, e-mail: ivanov.danil@nicsu.ru*

В статье рассмотрены вопросы создания верхнего уровня системы автоматизации управления технологическим комплексом обогатительной фабрики с использованием специализированного программного обеспечения Wonderware System Platform 2017.

Ключевые слова: Система автоматизации управления технологическим комплексом (САУ ТК), обогатительная фабрика (ОФ), Wonderware System Platform 2017 (WSP 2017), объектно-ориентированный подход, SCADA-система.

Обогатительная фабрика «Шахта № 12» введена в эксплуатацию в 1964 г. Производительность фабрики по новому проекту составляет 3 миллиона тонн/год. В связи с изменением качества привозимого сырья проектными решениями предусмотрена замена технологии обогащения с гравитационной на тяжелосреднюю. Замена позволила увеличить эффективность переработки и повысить выход концентрата на 15-20 %. Глубокая модернизация обогатительной фабрики потребовала реализацию системы автоматизации управления технологическим комплексом, в том числе и создание верхнего уровня.

*Функциональная структура САУ ТК.* Проектируемая САУ ТК ОФ «Шахта №12» разрабатывается в дополнение к существующей системе автоматизации управления погрузочно-складским комплексом (САУ ПСК) и бесшовно интегрируется с ней. САУ ТК ОФ разрабатывается с учетом максимально возможного использования ресурсов уже существующих технических средств САУ ПСК, унификации программно-аппаратных средств проектируемой САУ ТК ОФ и действующей САУ ПСК.

Интеграция существующей САУ ПСК и проектируемой САУ ТК ОФ и создание объединенного автоматизированного технологического комплекса ОФ обеспечивается путем создания единого информационного пространства в системе централизованного сбора, обработки и хранения информации и в автоматизированной системе оперативно-диспетчерского управления техно-

логическим комплексом фабрики, общей дисциплины визуализации данных и диспетчерского управления.

*Техническое обеспечение.* Аппаратная реализация верхнего уровня САУ ТК ОФ реализуется на базе персональных компьютеров, серверов виртуализации и дискового массива корпорации Hewlett-Packard (рисунок 1).

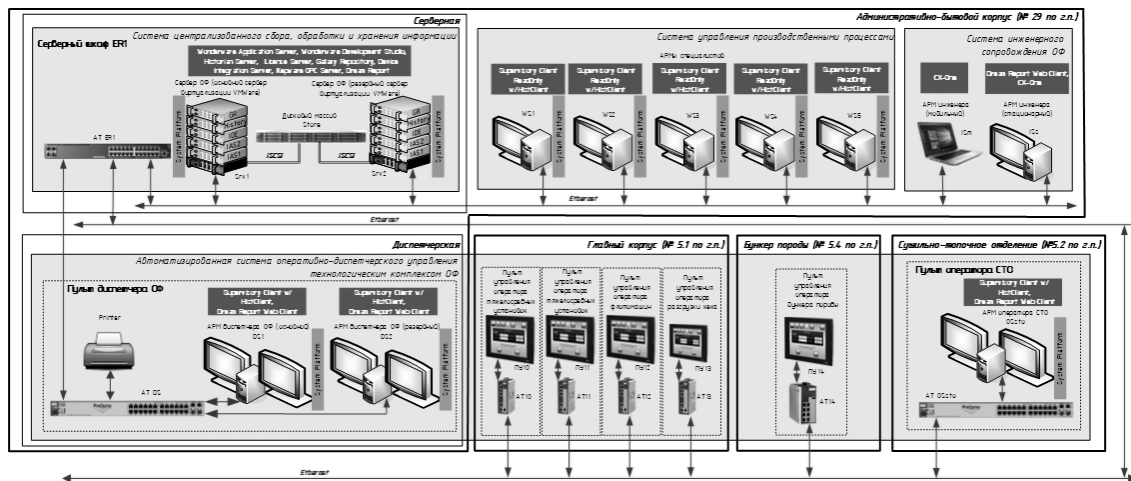


Рисунок 1 – Техническая структура верхнего уровня САУ ТК ОФ «Шахта №12»

АРМы специалистов, АРМы диспетчера ОФ, инженерная станция и АРМы оператора СТО реализованы на базе персональных компьютеров HP ProDesk 600 G4 с 32” LCD-мониторами.

Серверы виртуализации реализованы на базе серверов HPE Proliant DL360G10 с двумя процессорами XEON. Дисковый массив реализован на базе HP MSA 1050 с жесткими дисками на 600 Gb, объединенными в RAID-массив для исключения потери информации в случае выхода из строя одного из накопителей [3].

При нормальном функционировании системы осуществляется функция миграции виртуальных серверов на дисковый массив. Поставщиком данных для АРМов является основной сервер виртуализации Srv1. В случае выхода из строя основного сервера виртуализации происходит автоматическая миграция его виртуальных машин на резервный сервер Srv2, находящийся в «горячем» резерве. Такой вариант резервирования обеспечивает повышенную отказоустойчивость системы и сохранность данных, исключая потерю производственной информации.

*Программное обеспечение.* В качестве базового программного обеспечения САУ ТК ОФ выбран пакет Wonderware System Platform 2017 – структурного подразделения корпорации Schneider Electric (Франция) [1].

Компания Wonderware является ведущим разработчиком программных продуктов для создания автоматизированных систем, управляющих технологическими и производственными процессами всех уровней предприятия. Уже более 20 лет программные продукты Wonderware применяются в России



для создания САУ ТК и проектирования систем управления производством и являются программным пакетом класса MES [2].

*Система виртуализации (VMware vSphere)*. На каждом из физических серверов виртуализации установлен гипервизор VMware vSphere в качестве платформы виртуальных машин. На базе гипервизора vSphere на серверах виртуализации функционируют по пять виртуальных машин.

VMware vSphere – ведущая платформа серверной виртуализации с функциями управления виртуализированным центром обработки данных. Этот продукт характеризуют мощные средства виртуализации серверов, надежное автоматизированное управление, функции обеспечения высокой доступности и интеллектуальные функции анализа операций. Настраиваемые шаблоны помогают автоматизировать распределение нагрузки и оптимизировать выделение ресурсов.

- выполнение любого приложения в любом облаке;
- оптимизированное администрирование;
- удобная в эксплуатации система защиты на основе политик;
- интеллектуальная автоматизация и управление эксплуатацией.

Виртуализация на базе VMware vSphere улучшает адаптивность, гибкость и масштабируемость САУ ТК ОФ. Кроме того, виртуализация ускоряет развертывание системы, повышает ее производительность и доступность, а также обеспечивает автоматизацию многих процессов, в результате чего САУ ТК ОФ становится более управляемой и экономичной.

*Средства хранения предыстории (Wonderware Historian Server)*. Все производственные данные САУ ТК: информация о технологических параметрах и работе оборудования, произошедших событиях, действиях оперативно-диспетчерского и производственно-технического персонала собираются с помощью средств ввода-вывода и архивируются в специализированном сервере предыстории Wonderware Historian Server. Лицензия Wonderware Historian Server предоставляет возможность сбора и архивирования 25000 тегов.

*Программное обеспечение сбора и обработки производственных данных (Wonderware Industrial Application Server) и средства визуализации данных (Wonderware InTouch Runtime)*. Для отображения информации о текущем состоянии технологических комплексов в целом и каждой единицы оборудования в частности, выдачи команд управления комплексами и отдельными единицами оборудования, а также для обеспечения возможности анализа накопленных данных на АРМах диспетчера и оператора устанавливается пакет Wonderware InTouch Runtime (рисунок 2), функционирующий на базе операционной системы Microsoft Windows. Сбор и передача данных реального времени на станции Wonderware InTouch Runtime осуществляется серверами сбора и обработки производственных данных Wonderware Industrial Application Server.

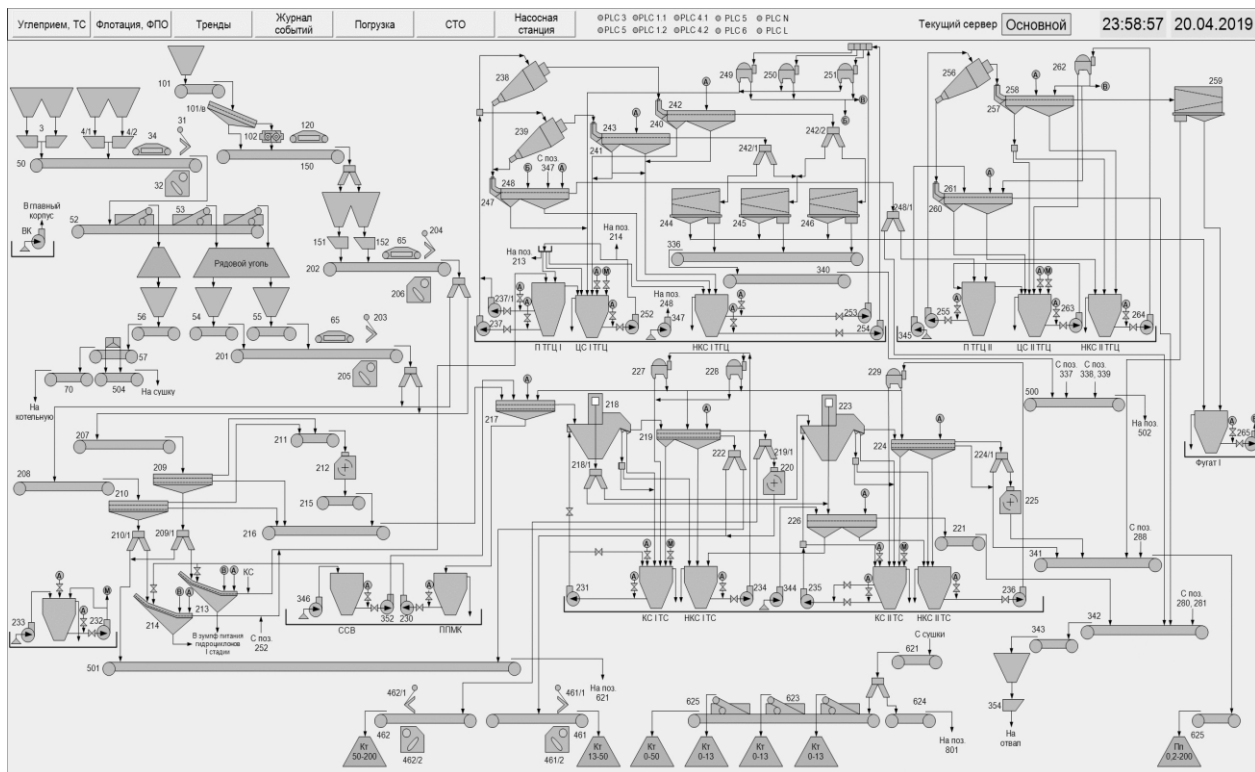


Рисунок 2 – Мнемосхема АРМа диспетчера ОФ

*Архитектура.* Разработка объектов мнемосхем в пакете WSP 2017 осуществлялась в два этапа. На первом этапе разрабатывалось логическое представление объекта, включающее в себя атрибуты объектов, скрипты, конфигурации алармов и трендов. На втором этапе разрабатывалось графическое представление объекта, включающее в себя статическое изображение объектов, их анимации и всплывающие диагностические окна.

Создание и конфигурирование логических шаблонов осуществляется с помощью среды ArchestrA IDE. В процессе разработки информационного обеспечения ОФ была создана иерархия шаблонов объектов, позволившая реализовать наследование скриптов, атрибутов, графических объектов, конфигурации алармов и трендов от родительского объекта к дочернему.

Для всех агрегатов был создан корневой шаблон «\$AGR». В нем были прописаны базовые атрибуты и скрипты, которые используются во всех объектах проекта, например, скрипты команд «Пуск» и «Стоп». Далее для каждого типа агрегата был создан родительский шаблон на базе корневого шаблона «\$AGR»: для конвейеров – «\$K», для питателей – «\$P», для насосов – «\$N» и т.д. Список типовых шаблонов приведен на рисунке 3. Из родительских шаблонов были созданы экземпляры конкретных объектов. Например, из шаблона «\$K» были созданы экземпляры объекта конвейер – «K201», «K202» и т.д., которые наследуют атрибуты и скрипты, как из родительского шаблона «\$K», так и из корневого «\$AGR» [4].

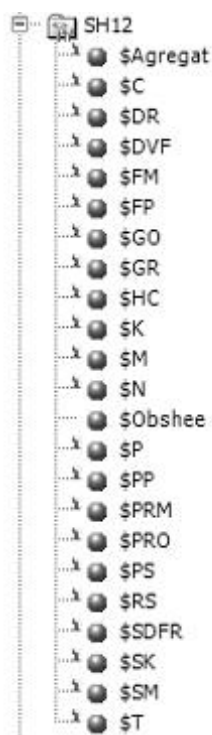


Рисунок 3 – Типовые шаблоны агрегатов

Создание верхнего уровня САУ ТК ОФ «Шахта №12» с использованием данных решений позволяет расширить функциональные возможности системы, повышает удобство, безопасность и эффективность работы оперативно-диспетчерского персонала, организует платформу для создания интегрированной системы класса MES и, как следствие, увеличивает потенциал для дальнейшего развития САУ ТК.

#### Библиографический список

1. Wonderware System Platform 2017 с InTouch OMI [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.wonderware.ru/hmi-scada/system-platform-2017-with-intouch-omi/> (дата обращения 16.03.2020).
2. Совершенствование верхнего уровня системы автоматизации управления технологическим комплексом обогатительной фабрики/ Д.В. Иванов, Д.Е. Корвин, – Новокузнецк: СибГИУ, 2018. – Вып. 22. – Ч. III. Технические науки. – С. 119 – 123.
3. Грачев В.В. Совершенствование верхнего уровня системы автоматизации управления технологическим комплексом обогатительной фабрики «Антоновская» / В.В. Грачев, С.В. Прокофьев, О.Н. Лысенко, А.В. Циряпкина, Д. В. Иванов //AS'2017 Системы автоматизации в образовании, науке и производстве: Труды конференции. – Новокузнецк, 2017. – С. 61 – 68.
4. Иванов Д.В. Использование объектно-ориентированного подхода при разработке информационного обеспечения систем диспетчеризации углеобогатительных фабрик / Д.В. Иванов, М.В. Шипунов – Магнитогорск: МГТУ, 2019 – С. 369

## **МОДЕРНИЗАЦИЯ ВЕРХНЕГО УРОВНЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ОБОГАТИТЕЛЬНОЙ ФАБРИКОЙ «БАРЗАССКОЕ ТОВАРИЩЕСТВО»**

**Коровин Д.Е., Иванов Д.В.**

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

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

Рассматриваются вопросы совершенствования верхнего уровня систем автоматизации управления технологическим комплексом обогатительной фабрики с использованием специализированного программного обеспечения SCADA-систем.

Ключевые слова: Автоматизированная система управления технологическими процессами, обогатительная фабрика, Iconics Genesis32, объектно-ориентированный подход, SCADA-система.

Программное и информационное обеспечение верхнего уровня АСУ ТП ОФ «Барзасское товарищество» строится на базе SCADA-системы Genesis32 фирмы Iconics. Iconics Genesis32 представляет следующие возможности: полное резервирование OPC-данных, OPC тревог и событий и OPC исторических данных; туннелинг для любых сторонних OPC-серверов и OPC-клиентов; новую утилиту MonitorWorX, обеспечивающую централизованную диагностику системы и отображающую ее производительность; интеграцию туннелинга в универсальном навигаторе данных; группировку OPC-тегов и построение мостов данных [1].

Основными достоинствами данной SCADA-системы являются:

1. Встроенные командные языки и дополнительные средства обработки: система имеет возможность встраивания элементов управления ActiveX и объектов OLE, встроенную среду редактирования сценарных процедур;

2. Поддерживаемые базы данных: SCADA-система GENESIS32 использует синтаксис ANSI SQL, который не зависит от типа базы данных;

Основная цель - повышение эффективности управления технологическим комплексом флото-фильтровального отделения.

Достижение поставленной цели обеспечивается по следующим направлениям:

1. Автоматизация информационных и управляющих функций при решении задач:

- оперативного формирования и анализа информации об изменениях режимов функционирования и состоянии технологических процессов, агрегатов и оборудования;

- оперативной согласованной коррекции заданий на режимные пара-

метры технологических процессов;

- оперативной реализации управляющих решений и регулирования технологических параметров;

- контроля, учета и анализа нарушений технологической и производственной дисциплины, эффективности управления.

2. Повышение надежности системы автоматизации управления технологическим комплексом, оперативности и качества контроля и управления за счет:

- применения современных технических средств, методов и алгоритмов автоматического контроля, анализа, диагностики состояния и управления технологическими процессами и оборудованием;

- Разработка осуществлялась с помощью среды GraphWorX32.

Для создания объектов мнемосхемы использовались как простые, так и сложные компоненты [2].

Обобщенное отображение информации о текущем состоянии любого агрегата комплекса осуществляется в соответствии с признаками, формируемыми в ПЛК по результатам контроля, во-первых, посредством цветовой индикации мнемонического изображения этого агрегата, во-вторых, текстом в поле информационного табло всплывающего окна.

Соответствие между состояниями агрегатов, цветами их мнемонических изображений и текстом в поле информационных табло всплывающих окон представлено в таблице 1.

Таблица 1 – Соответствие состояния агрегатов, цвета мнемонического изображения и текста в поле информационного табло всплывающих окон

Состояние агрегатов	Цвет мнемонического изображения	Текст в поле информационного табло
Нет связи с ПЛК	Белый	Стоп
Неготовность	Желтый	Неготовность
Работа	Зеленый	Работа
Пуск	Зеленый мигающий	Пуск
Останов	Зеленый мигающий	Останов
Задвижка открыта	Зеленый	Открыта
Задвижка закрыта	Серый	Закрыта
Авария	Красный	Авария
Стоп	Серый	Стоп

Все линии материальных потоков снабжены анимацией изменения цвета.

Это необходимо для отображения нахождения агрегата в работе и, соответственно, в маршруте запуска. Когда агрегат находится в состоянии «Работа» или «Открыта», цвет линий материальных потоков меняется с серого на черный.

В качестве индикатора состояния маршрута выступает цвет линий материальных потоков агрегатов, входящих в данный маршрут [3].

Таблица соответствия состояния маршрута и цвета линий материаль-

ных потоков агрегатов представлена в таблице 2.

Таблица 2 – Таблица соответствия состояния маршрута и цвета линий материальных потоков агрегатов

Состояние маршрута	Цвет линий материальных потоков
Нет связи с ПЛК	Белый
Неготовность	Желтый
Готовность	Черный
Работа	Зеленый
Пуск	Синий
Авария	Красный

Признаки на всплывающих окнах имеют следующую логику:

– текстовые сообщения (аварийные или предупреждающие признаки) выделяются черным цветом на фоне прочих сообщений для привлечения внимания;

– лампочка, находящаяся справа от текста, загорается красным или зеленым в зависимости от того, является ли признак аварийным или же нет (Признак «Нет движения задвижки» – аварийный–лампочка красная, признак «Задвижка открыта»–неаварийный–лампочка зеленая).

Сообщение об «Аварии» формируется, когда агрегат был включен (находился в состоянии «Работа») и возникли нарушения в работе оборудования или в схеме управления агрегата, при которых недопустима работа агрегата:

– нарушения, исключающие возможность подачи электропитания и управления электроприводами. Например, отключено питание, разобрана схема управления, нажата кнопка «Стоп» с местного моста управления, разомкнут контакт устройства защиты оборудования;

– нарушения, препятствующие соблюдению технических условий и регламента безаварийной и безопасной эксплуатации агрегата. Например, перекошена лента конвейера [4].

Сообщения о «Неготовности» формируются, когда агрегат отключен и имеются нарушения оборудования или схемы управления агрегатом, при которых невозможен или недопустим пуск агрегата:

– нарушения, препятствующие его пуску. Например, отключено питание, разобрана схема управления, нажата кнопка «Стоп» с местного поста управления, разомкнут контакт устройства защиты оборудования;

– нарушения, создающие при пуске агрегата аварийную ситуацию. Например, перекошена лента конвейера.

Также при открытии всплывающего диагностического окна агрегата становится доступна кнопка выбора локальных режимов конкретного агрегата. При нажатии на неё появляется всплывающее окно выбора режимов с возможностью перевода агрегата в режим «Локальный Местный» или «Локальный Дистанция» (рисунок 1).

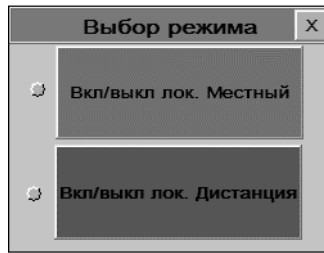


Рисунок 1 – Выбор режима управления агрегатом в маршруте

После добавления всех необходимых анимаций создание мнемосхемы завершено. Результат построения мнемосхемы представлен на рисунке 2.

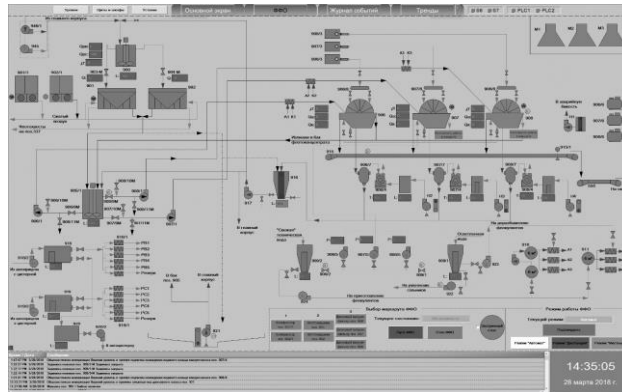


Рисунок 2 – Видеокادر «Флото-фильтровальное отделение» диспетчерской станции ОФ «Барзасское товарищество»

В рамках модернизации верхнего уровня была проанализирована существующая структура SCADA-системы. Добавлены новые теги в OPC-сервер и OPC-туннель. Реализована система алармирования и сбора предыстории. Создан основной видеокادر и реализована система наследования, что позволило сократить количество создаваемых всплывающих окон.

#### Библиографический список

1. Коровин Д.Е. Модернизация программного и информационного обеспечения верхнего уровня АСУ ТП ОФ ООО СП «Барзасское товарищество» / Д.Е. Коровин, И.А. Леонтьев, В.В. Грачев и др. // Системы автоматизации в образовании, науке и производстве Труды XI Всероссийской научно - практической конференции. Сибирский государственный индустриальный университет: Под редакцией С.М. Кулакова, Л.П. Мышляева, 2017. - С. 254-259.
2. Совершенствование верхнего уровня системы автоматизации управления технологическим комплексом обогатительной фабрики/ Д.В. Иванов, Д.Е. Коровин, – Новокузнецк: СибГИУ, 2018. – Вып. 22. – Ч. III. Технические науки. – С. 119 – 123.
3. Эволюция SCADA: от телеметрических приложений до корпоративных систем [Электронный ресурс]: – Электрон. дан. – Россия – Режим доступа: <http://goods.marketgid.com/goods/271/1643045..>
4. Шипунов М.В. Создание мнемосхем промышленных комплексов с

использованием SCADA-систем/ М.В. Шипунов, К.А. Ивушкин, В.В. Грачев, А.В. Циряпкина // Системы автоматизации в образовании, науке и производстве: Труды IX Всероссийской научно-практической конференции. – Новокузнецк: Изд. центр СибГИУ, 2013. – С. 175-184.

УДК 51:004.09

## **РАЗРАБОТКА ГРАФИЧЕСКИХ ПРИЛОЖЕНИЙ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ПО МАТЕМАТИКЕ В СРЕДЕ SCILAB**

**Бочаров В.В, Парий С.С, Харенко О.Н.**

**Научный руководитель: канд. физ.-мат. наук, доцент Лактионов С.А.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк, e-mail: vitya.bocharov.00@mail.ru*

В работе рассматриваются задачи разработки графических приложений в среде системы компьютерной математики Scilab. Материал построен на основе исследования различных задач по математике с целью создания графических приложений для их решения.

Ключевые слова: система компьютерной математики Scilab, графическое приложения, поля формы графического приложения.

Современные пакеты компьютерной математики предоставляют широкие возможности создания графических приложений для решения различных математических задач. Такие графические приложения представляют собой графические окна в виде формы, на которой расположены поля для ввода исходных данных, управляющие элементы и поля для вывода результатов расчета. Графические приложения позволяют находить решения в автоматическом режиме большого количества однотипных задач, задавая различные исходные данные.

В данной работе выполнено построение нескольких графических приложений в пакете компьютерной математики Scilab. Отметим, что данный пакет представляет собой свободно распространяемую программу, которую можно скачать с сайта [www.scilab.org](http://www.scilab.org).

*1. Приложение для решения дифференциальных уравнений второго порядка методом стрельбы.*

Метод стрельбы, или метод пристрелки сводит краевую задачу к серии задач Коши с различными начальными условиями. Суть алгоритма пристрелки заключается в пробном задании недостающих граничных условий на правой границе отрезка, где ищется решение, и в последующем решении полученной задачи Коши.

В созданном графическом приложении в полях ввода задаются исходные данные в виде концов отрезка, число точек разбиения отрезка и началь-



ные условия для системы дифференциальных уравнений первого порядка, которая получается из краевой задачи. Среди этих начальных условий задачи Коши для системы дифференциальных уравнений одно из начальных условий является параметром пристрелки. Задавая этот параметр и выполняя построение графика, визуально определяем совпадение конечной точки графика с краевым условием на правой границе отрезка. Изменяя значения параметра, добиваемся такого совпадения. После этого в отдельном поле выводим табличную функцию решения краевой задачи.

Выполнение составленной программы графического приложения приводит к появлению окна, где в левой части размещаются поля ввода исходных данных и кнопка для запуска расчетов получения решения в табличном виде. Внизу расположены поля для вывода табличной функции, дающей решение краевой задачи. В правой части графического окна строятся графики решения краевой задачи для различных значений параметра и визуально подбирается его значение.

В качестве примера применим созданное графическое приложение для решения краевой задачи

$$y'' + (x^2 + 1)y' + \sin x \cdot y = x^3, \quad y(0) = 1, \quad y(1) = -2.$$

Расчеты, выполненные в графическом приложении изображены на рисунке 1. Смысл этих расчетов заключается в том, что, придавая различные значения параметру  $t$ , строятся графики решений до тех пор, пока правая точка графика не будет близка к точке с координатами  $(1, -2)$ . Для поставленной задачи подходящее значение параметра  $t = -5,325$ .

**Решение дифференциального уравнения второго порядка методом пристрелки**

$$y'' + f_1(x)y' + f_2(x)y = q(x), \quad y(a) = y_a, \quad y(b) = y_b$$

a= b= n= y<sub>a</sub> =  y<sub>b</sub> =  t =

f<sub>1</sub>(x) =

f<sub>2</sub>(x) =

q(x) =

x =

y =

Рисунок 1 – Решение краевой задачи

## 2. Приложение для решения простейшей задачи вариационного исчисления конечно-разностным методом Эйлера.

Простейшая задача вариационного исчисления приводится к решению краевой задачи для уравнения Эйлера, которое в общем случае представляет собой дифференциальное уравнение второго порядка. Аналитически такая задача решается для ограниченного числа уравнений, поэтому для большинства прикладных вариационных задач применяют приближенные методы решения. Одним из таких методов является конечно-разностный метод Эйлера, который заключается в том, что дифференциальное уравнение приводится к системе уравнений относительно значений искомой функции в точках разбиения.

В созданном графическом приложении в случае существования экстремума результатами являются таблично заданная функция, дающая решение вариационной задачи, график этой функции и экстремальное значение функционала [1].

Пусть требуется найти решение простейшей вариационной задачи следующего вида

$$V[y] = \int_0^1 \left[ x^2 y^2 + \sin 2x \cdot y y' - (1 + x^2) y'^2 \right] dx \rightarrow \text{extr}, \begin{cases} y(0) = -1 \\ y(1) = 2 \end{cases},$$

где  $y(x)$  – непрерывно дифференцируемая функция на отрезке  $[0;1]$ .

Решение этой задачи с помощью созданной программы графического приложения в среде Scilab показано на рисунке 2. Для проверки существования экстремума функционала используется условие Лежандра, которое проверяется в окне приложения. Само решение представлено в табличном виде, а вычисление значения функционала находится приближенным методом вычисления интеграла на основе формулы прямоугольников.

## 3. Приложение для задачи проектирования поверхности

Основой систем автоматического проектирования являются программы, служащие для описания и конструирования внешних геометрических форм проектируемого изделия. С помощью методов аналитического описания кривых и поверхностей нужные геометрические формы определяются путем проектирования соответствующих кривых и поверхностей по заданным опорным точкам и опорным кривым.

В данном графическом приложении рассматривается задача, когда проектируемая поверхность разбита на ячейки, границы которых определяются заданными графиками функций и требуется построить поверхность для этой ячейки с заданными границами в качестве опорных кривых. Такая часть поверхности называется «порцией» поверхности [2]. Тогда вся поверхность будет составлена из таких порций

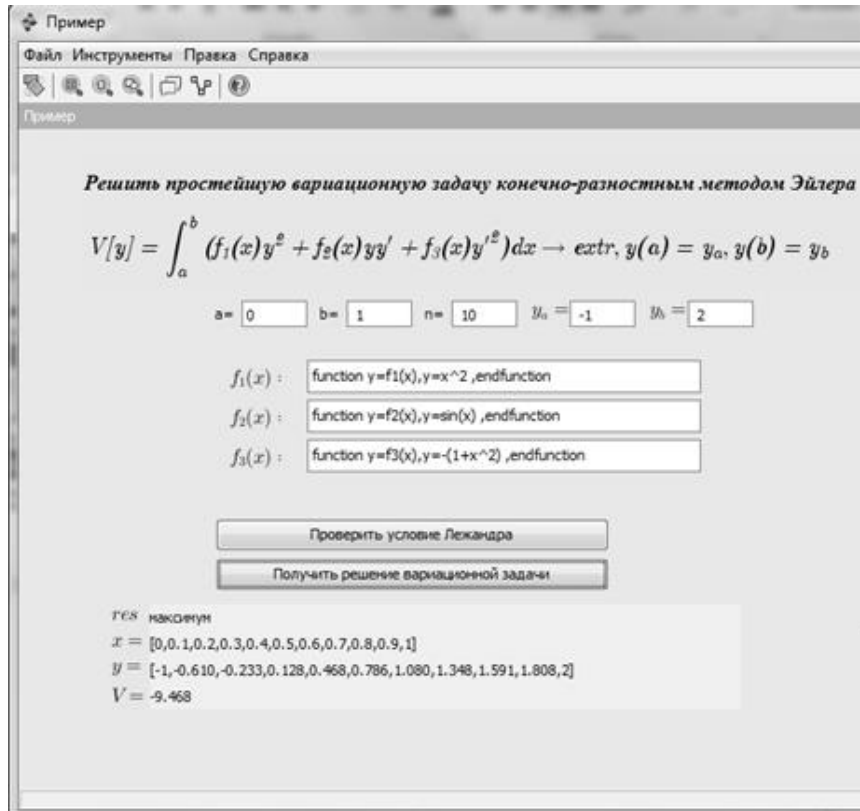


Рисунок 2 – Решение простейшей задачи вариационного исчисления

В качестве примера рассмотрим проектирование поверхности с граничными линиями в виде парабол, которые направлены в разные стороны (седловая поверхность). На рисунке 3 изображена левая часть графического окна, в которую вводятся исходные данные.



Рисунок 3 – Левая часть приложения проектирования поверхности

На рисунке 4 изображена поверхность, построенная по границам, заданным в полях формы на рисунке 3.

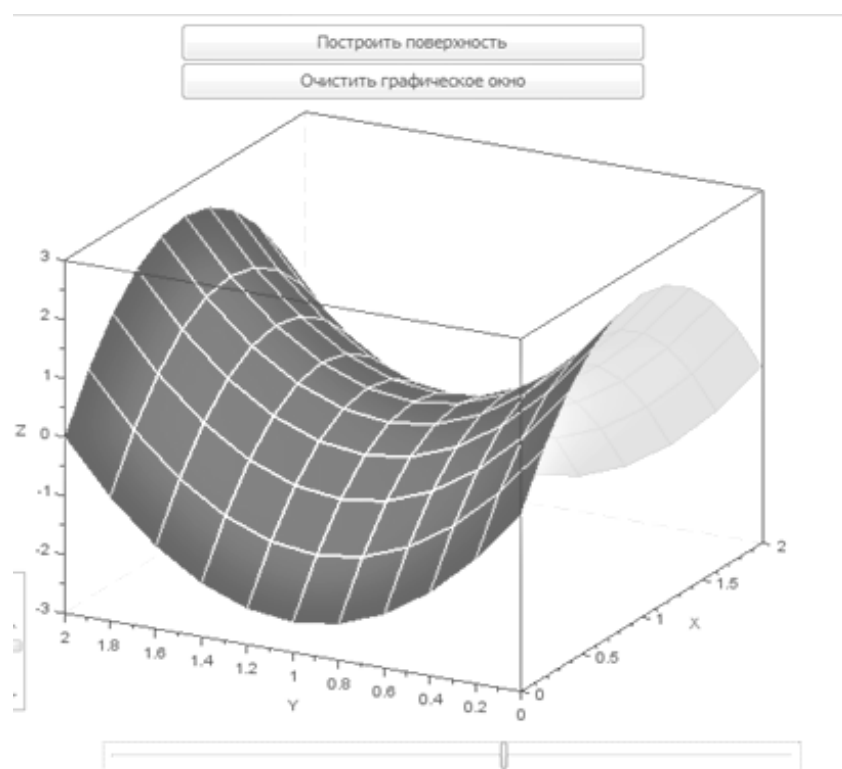


Рисунок 4 –Поверхность, построенная в правой части графического приложения

Кроме того, в левой части графического приложения формируются значения сеточной функции, определяющей поверхность (рисунок 3).

В заключении отметим, что разработанные графические приложения для решения математических задач позволяют автоматизировать решение этих задач, задавая необходимые параметры на форме графического приложения и получить конечный результат без выполнения громоздких вычислений.

#### Библиографический список

1. Лактионов С.А., Парий С.С. Решение простейшей задачи вариационного исчисления конечно-разностным методом Эйлера в пакете Scilab // Сборник статей Международной научно-практической конференции «Роль фундаментальной и прикладной науки в социально-экономическом развитии общества» (Москва, 29.12.2019 г.). – Москва: Импульс, 2019. С 67-77
2. Лактионов С.А., Харенко О.Н. Создание графического приложения для проектирования поверхности в пакете Scilab // Сборник статей Международной научно-практической конференции «Роль фундаментальной и прикладной науки в социально-экономическом развитии общества» (Москва, 29.12.2019 г.). – Москва: Импульс, 2019. С 77-87

## **АВТОМАТИЗАЦИЯ БИЗНЕС-ПРОЦЕССА ДВИЖЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ**

**Губина А.А.**

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

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк, e-mail: tecna290@rambler.ru*

Приведен анализ текущего бизнес-процесса движения технической документации на предприятии, сформулирована актуальная проблема, представлено внедренное решение по автоматизации данного процесса.

Бизнес-процесс, оптимизация, результат, чертежи, документация, метод, подход, автоматизация, программный продукт.

За последние годы разработаны и активно применяются на практике различные подходы к управлению бизнес-процессами, которые позволяют не только выявить проблемы управления организацией, но и найти способ их решения.

По запросу клиента проведен анализ существующих бизнес-процессов на предприятии по производству металлоконструкций. Одним из важных бизнес-процессов этапа подготовки к началу производства нового изделия является процесс движения технической документации, который, по мнению клиента, недостаточно управляем, процедуры принятия решений требуют много времени и высоко влияние человеческого фактора.

После проведения интервью с заказчиком была составлена модель существующего бизнес-процесса (рисунок 1) по подготовке и утверждению технической документации, а также выявлены его недостатки:

1) Процесс документооборота между отделами предприятия выполняется на бумажном носителе.

2) Излишнее количество согласований детальных чертежей перед передачей документации в цех для исполнения заказа.

3) Сложная процедура утверждения чертежей при отсутствии дополнительной документации.

Согласно [1] данный бизнес-процесс относится к обеспечивающим, так как производство металлоконструкций без разработанных чертежей конструкций металлических деталировочных (КМД) и необходимой для этого документации невозможно.

С учетом выявленных проблем, для проведения оптимизации рассматриваемого бизнес-процесса предпочтение отдано методу групповой работы. Данный метод объединяет метод командообразования и метод группового решения задач. Использование этого метода позволяет разработать эффективные решения, что может обеспечить компании лидерство по используемым технологиям [2].

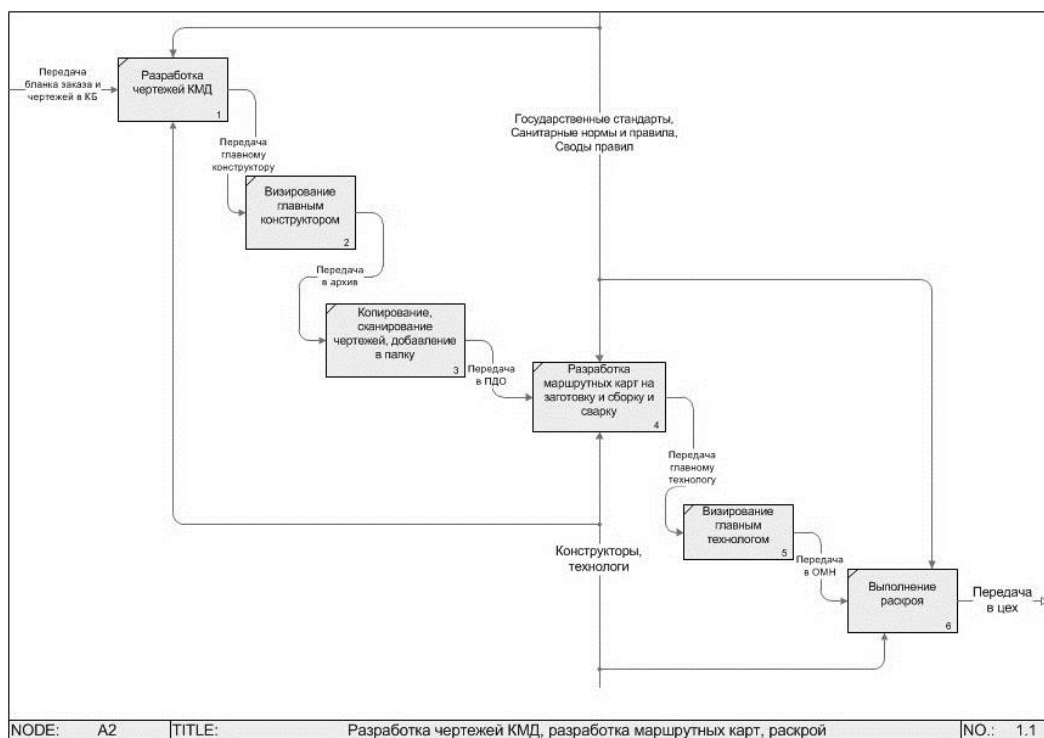


Рисунок 1 – Модель бизнес-процесса до модернизации (AS-IS)

Для проведения оптимизации рассмотренного бизнес-процесса была собрана проектная группа, в которую вошли руководитель проектов, бизнес-аналитик, главный конструктор и начальник отдела материальных нормативов. В результате обсуждения выявленных проблем с точки зрения их влияния на время выполнения заказа, с учетом ограничения стоимости работ, было принято решение о разработке и внедрении автоматизированной информационной системы (АИС) отслеживания движения чертежей и технической документации между отделами с помощью сканирования QR-кодов. Данная АИС предназначена для снижения риска потери документов, упрощения комплектации бумажных документов для проектов и идентификации исполнителей документов.

Для анализа текущего бизнес-процесса по составленной модели проведено имитационное моделирование. Эксперименты по моделированию и имитации проводились с использованием программного продукта Business Studio 4.2. Порядок проведения эксперимента включал в себя следующие шаги:

- 1) Построение модели бизнес-процесса (рисунок 1).
- 2) Назначение ответственных на каждый подпроцесс общего бизнес-процесса.
- 3) Проведение имитации в течение двух часов.

Фрагмент результатов имитации представлен на рисунке 2.

В результате эксперимента установлено, что наибольшие временные затраты при подготовке и утверждении документов приходятся на выполнение работ в конструкторском бюро на этапе визирования чертежей главным конструктором. Также задержки и потери документов происходят в архиве

при комплектации бумажных документов из-за большого количества распечатанных чертежей для проекта.

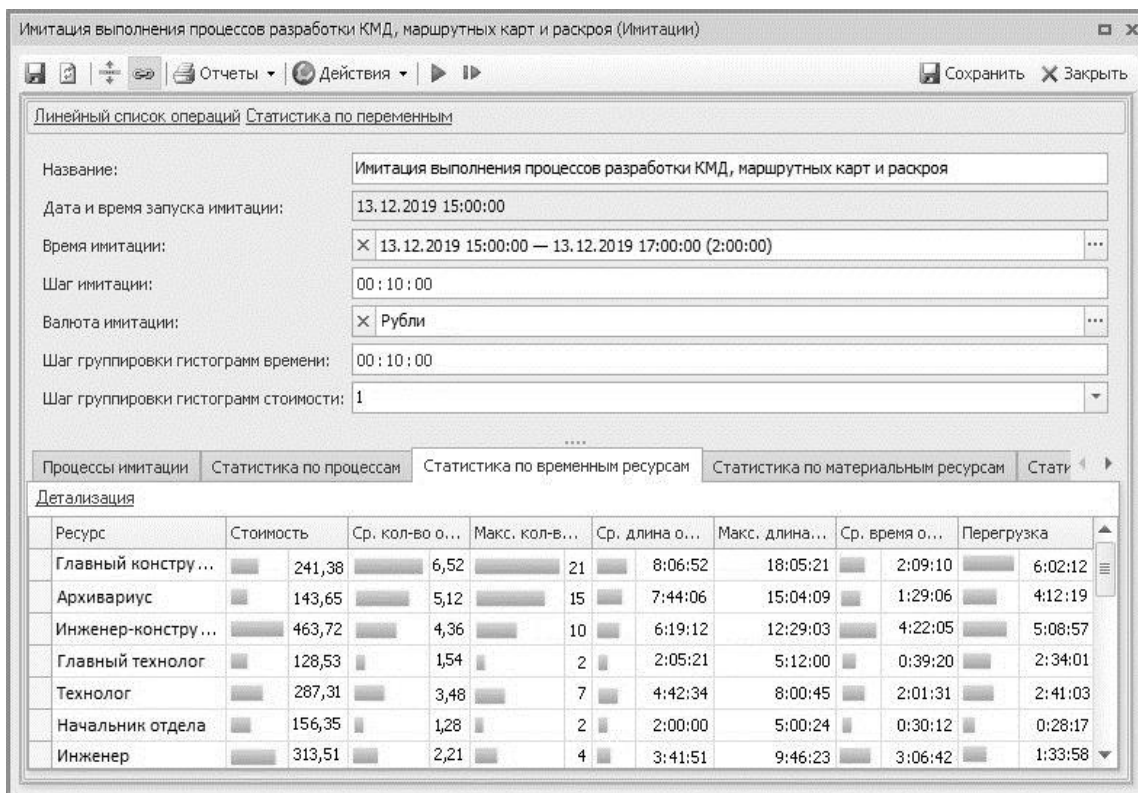


Рисунок 2 – Результаты имитации

Главным критерием при разработке АИС являлась минимизация среднего времени, затрачиваемого на разработку и согласование документации для передачи в цех, с учетом высокого уровня загрузки главного конструктора и архивариуса, а также финансовых ограничений. АИС разработана на языке C# в среде MS Visual Studio, база данных – в СУБД PostgreSQL. Для обеспечения работы АИС к имеющемуся на предприятии оборудованию были закуплены терминалы сбора данных (ТСД) по QR-кодам. Концептуальная модель базы данных представлена на рисунке 3.

АИС имеет четыре функциональные подсистемы: подсистема согласования, подсистема сканирования, подсистема хранения и подсистема управления. Структура АИС представлена на рисунке 4.

Подсистема хранения представляет собой базу данных, куда загружаются готовые чертежи перед началом процесса согласования, так же в данной базе хранятся все версии чертежей и документы, которые перемещаются между отделами совместно с чертежами.

Подсистема согласования предназначена для сопровождения процесса визирования чертежей у главного конструктора и главного технолога, которые по результатам проверки либо согласовывают чертежи, либо при наличии ошибок возвращают их на доработку с необходимыми комментариями.

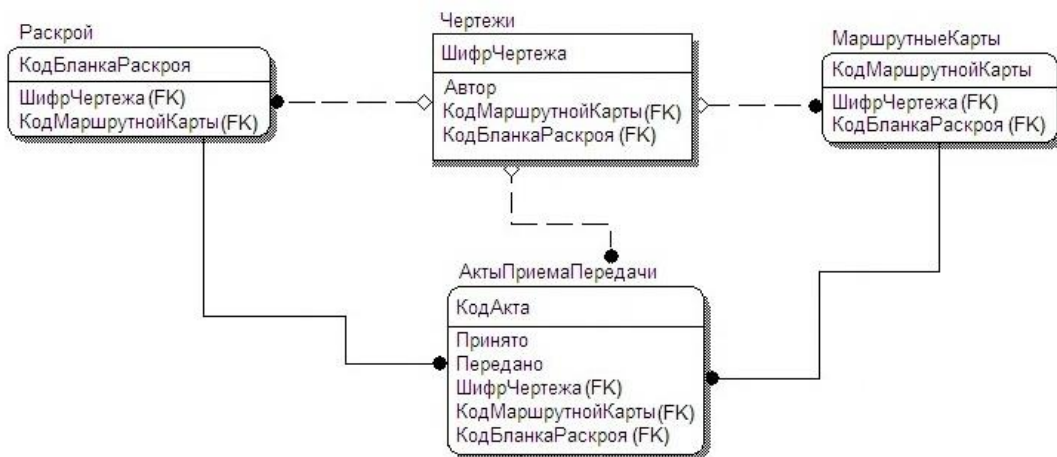


Рисунок 3 – Концептуальная модель базы данных

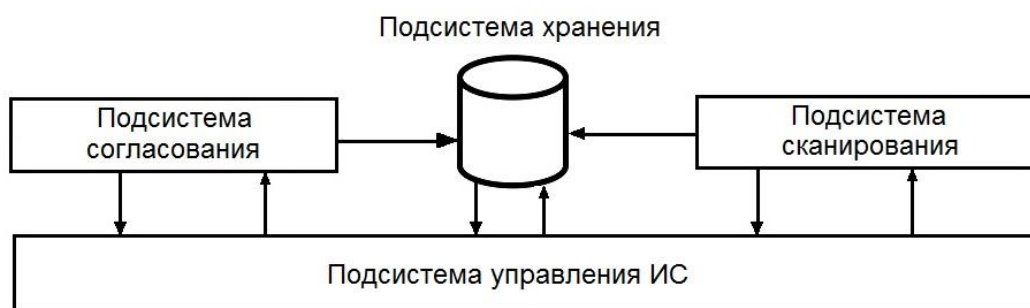


Рисунок 4 – Структура АИС

Подсистема сканирования предназначена для сканирования QR-кодов с чертежей в бумажном виде и документации для отслеживания движения документов между отделами.

Подсистема управления предназначена для администрирования и поддержки работоспособности ИС.

Логика взаимодействия подсистем после внедрения АИС представлена на рисунке 5. Конструктор загружает файл разработанного чертежа в формате dwg, на котором в среде Tekla при сохранении проставлен QR-код, в подсистему согласования, откуда он автоматически загружается в подсистему хранения. Если при проверке в чертежах обнаружены ошибки, то задача возвращается на доработку в подсистеме согласования. После исправления ошибок, новый файл с чертежами отправляется на повторное согласование и загружается в хранилище как новая версия.

После согласования, чертежи распечатываются в архиве, где архивариус выполняет первое сканирование с помощью ТСД-считывателя с распечатанных чертежей, и файлы актуальных чертежей попадают в подсистему сканирования. Далее разрабатываемая документация и чертежи перемещаются между отделами до передачи в цех, где в каждом отделе выполняется сканирование документов с помощью ТСД-считывателя.



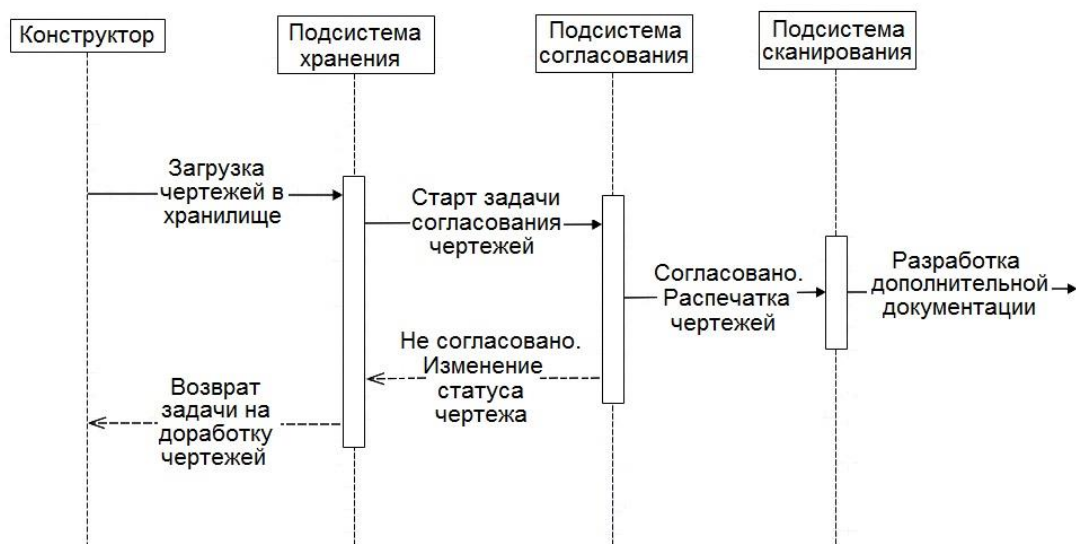


Рисунок 5 – Диаграмма последовательности

В таблице 1 представлено сравнение результатов внедрения АИС и исходной системы.

Таблица 1 – Таблица сравнения результатов внедрения АИС

Критерий	До оптимизации	После оптимизации
Согласование у главного конструктора	8 часов	4 часа
Согласование у главного технолога	10-16 часов	6 часов
Очередь в архив	7 человек	3 человека
Отслеживание документов	Потеря документов при передаче между отделами	Отслеживание с помощью автоматически формируемых актов приема-передачи

Проведенная оптимизация позволила и сократить время ожидания в очереди на согласование и самой процедуры согласования чертежей, упростила отслеживание документов, что позволило снизить риск их потери.

#### Библиографический список

1) Каменнова М.С., Крохин В.В., Машков И. В. Моделирование бизнес-процессов. в 2 ч. часть 1. Учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры / М.С. Каменнова, В.В.Крохин, И.В.Машков – М. : Издательство Юрайт, 2018. – 282 с. (Серия : Бакалавр и магистр. Академический курс).

2) Ткаченко И. Н, Кизиков И.В. / Классификация методов оптимизации бизнес-процессов промышленных холдинговых структур / Известия Уральского государственного экономического университета – 2011 – 5 с.

## **РЕЖИМЫ НАСТРОЙКИ ЧАСТОТНОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ПРИВОДА ЛИФТОВ ДЛЯ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ПРОСКАЛЬЗЫВАНИЯ КАНАТОВ**

**Гуров А.М., Дурнев А.А., Полосухин А.Е.**

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

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк, e-mail: kipervasser2012@yandex.ru*

В статье рассматриваются конструкция, неисправности лифтовых установок, приведён способ решения проблемы проскальзывания канатов в канатопроводящих шкивах и снижения преждевременного износа последних.

Ключевые слова: подъёмный канат, канатопроводящий шкив, проскальзывание канатов, износ оборудования, лифт с полиспастной подвеской кабины и противовеса, частотный преобразователь.

Современные грузопассажирские лифты являются сложными электро-механическими комплексами. Их эксплуатация и обслуживание регламентируется специальными нормативными документами (правилами), соблюдение которых контролируется органами Ростехнадзора РФ [1,2,3].

Стандартная лифтовая установка содержит следующие основные конструкционные элементы: лифтовая шахта с армировкой и направляющими проводниками, этажными дверями и элементами контроля и управления движения сосуда; подъемная лебедка с приводным электродвигателем и тормозным устройством; лифтовая кабина с улавливающими устройствами и противовесом, подъемные и уравнивающие канаты; устройство контроля скорости и станцию управления [4].

В силу большого количества агрегатов и узлов, их сложности, частых пусковых режимов и большого коэффициента использования оборудование лифтовых установок подвержено риску возникновения аварийных ситуаций. К таковым относятся искривления направляющих проводников, неравномерное натяжение и обрывы подъемных канатов, обрыв подвесного шлейфа, поломки натяжных устройств, неисправности дверей шахты кабины лифта; неисправности подъемной лебедки, проскальзывание головных канатов, разрушение тормозного механизма, неисправности двигателя;

Одной из часто встречающихся аварийных ситуаций, приводящих к тяжёлым последствиям, является проскальзывание канатов по шкиву (рисунок 1).

Передача крутящего момента осуществляется посредством воздействия ведущего шкива на подъемные канаты, которые в свою очередь воздействуют на кабину и противовес. Процесс передачи усилия сопровождается сложным комплексом явлений. Подъемный канат «зажимается» в канавках канатопроводящего шкива за счёт веса подвесных частей лифта. Для каче-

ственной передачи момента, профиль канавок на канатоведущем шкиве должен быть тщательно выбран. С одной стороны, они не должны быть слишком широкими, чтобы не проскальзывали канаты из-за низкого коэффициента трения между шкивом и канатами. С другой стороны зажатие каната в канавках не должно приводить к рывкам, затягиванию и повышенному износу канатов и канатоведущего шкива.



Рисунок 1 – а) расположение подъёмных канатов на канатоведущем шкиве; б) изношенный канат

В процессе эксплуатации при многократном использовании канавки естественным образом изнашиваются. Также изнашиваются наружные проволоки канатов, что приводит к утончению каната, и снижению усилия трения между канатами и шкивом. Указанные явления при несвоевременном распознавании могут привести к авариям, которые в свою очередь могут повлечь за собой опасность для здоровья и жизни людей, находящихся в кабине лифта, повреждение дорогостоящего оборудования (оборудование или груз, транспортируемые в кабине лифта, оборудование лифтовой кабины).

В этой связи актуальными является мероприятия, позволяющие уменьшить износ канатов и шкивов в процессе эксплуатации [5,6].

Одним из способов решения проблемы является настройка частотного преобразователя, питающего приводной электродвигатель лебёдки. Настраиваемым параметром являются ускорение и замедление хода подвесной части, так как именно в динамических режимах в месте контакта канатов и шкива развиваются максимальные усилия. При этом следует учитывать требование обеспечения необходимой производительности, так как слишком плавный пуск двигателя приведёт к медленной работе лифта.

Общий вид частотного преобразователя привода лифтовой лебёдки и алгоритм выбора параметров динамических режимов приведены на рисунках 2,3.



Рисунок 2 – Частотный преобразователь привода лифтовых установок

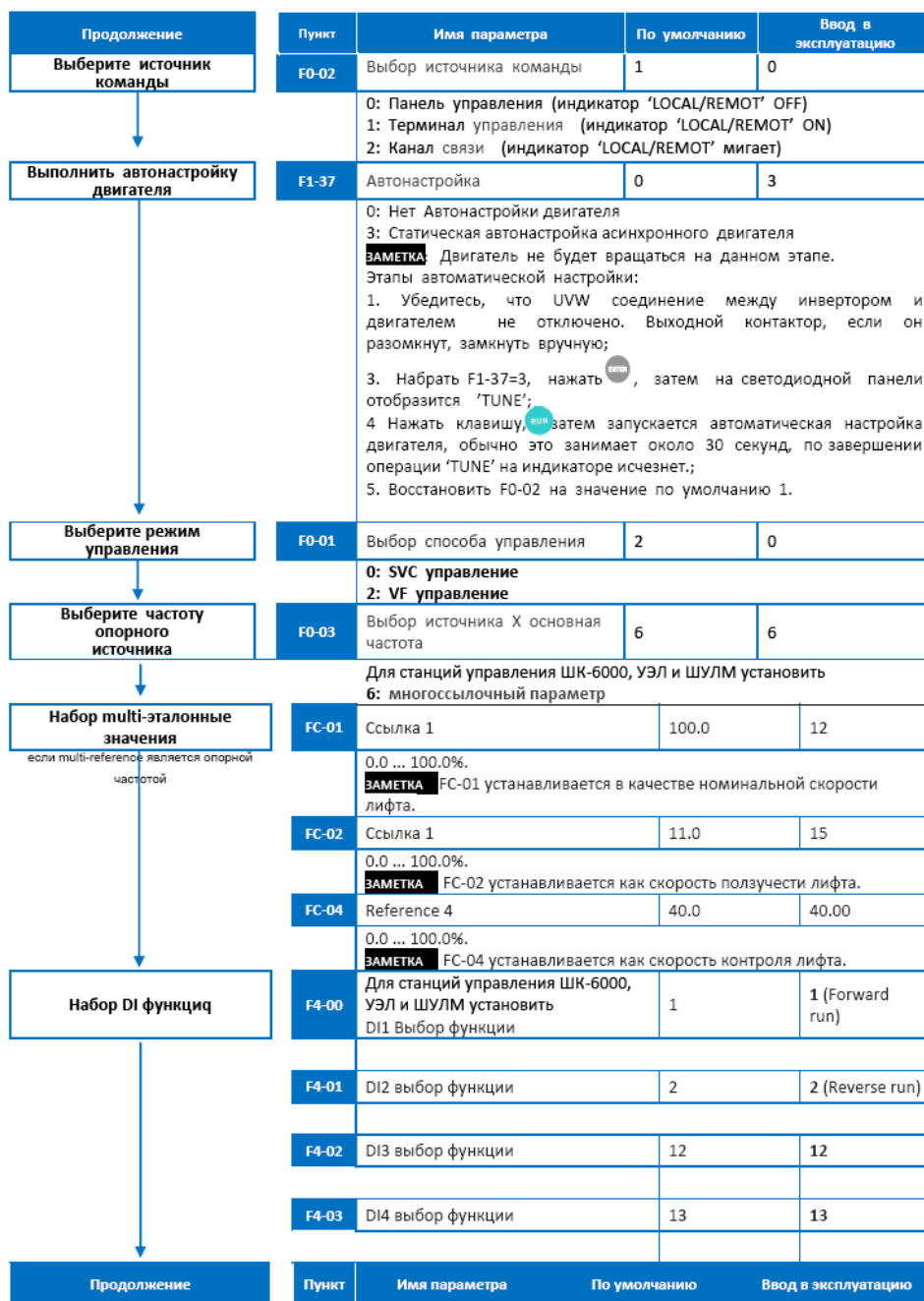


Рисунок 3 – Алгоритм настройки частотного преобразователя

Описание параметров настройки алгоритма приведено в таблице 1.

Таблица 1 - Описание параметров настройки алгоритма частотного преобразователя

№ параметра	Наименование параметра	Характеристика параметра
2.1	СКОРОСТЬ ПУСКОВАЯ	ограничение задания скорости при старте, действует в течение пускового времени 2.2
2.2	ПУСКОВОЕ ВРЕМЯ	время действия задания скорости 2.1

Продолжение таблицы 1

№ параметра	Наименование параметра	Характеристика параметра
2.3	РЫВОК ПУСКОВОЙ	величина рывка в момент пуска
2.4	РЫВОК	величина рывка на участке разгона, определяет динамику нарастания ускорения
2.5	УСКОРЕНИЕ1 –	ускорение на линейном участке разгона до номинальной скорости, устанавливаемой в параметре 2.8
2.6	УСКОРЕНИЕ 2	переход привода в режим заданной скорости
2.7	СКОРОСТЬ ДОТЯГИВАНИЯ	зависит от расположения датчиков точной остановки
2.8	НОМ СКОРОСТЬ	скорость привода на участке равномерного движения

На рисунке 4 представлены три возможных цикла разгона – торможения привода лифтовой лебёдки.

В режиме (1) происходит пуск с чрезмерным ускорением, при котором динамические усилия превышают силу трения. В этом случае возможны проскальзывание и повышенный износ канатов и шкива.

Во втором режиме происходит ускорение привода оптимально. Набор необходимой скорости происходит без проскальзывания канатов.

В режиме (3) происходит затянутый пуск, который увеличивает время разгона лифта.

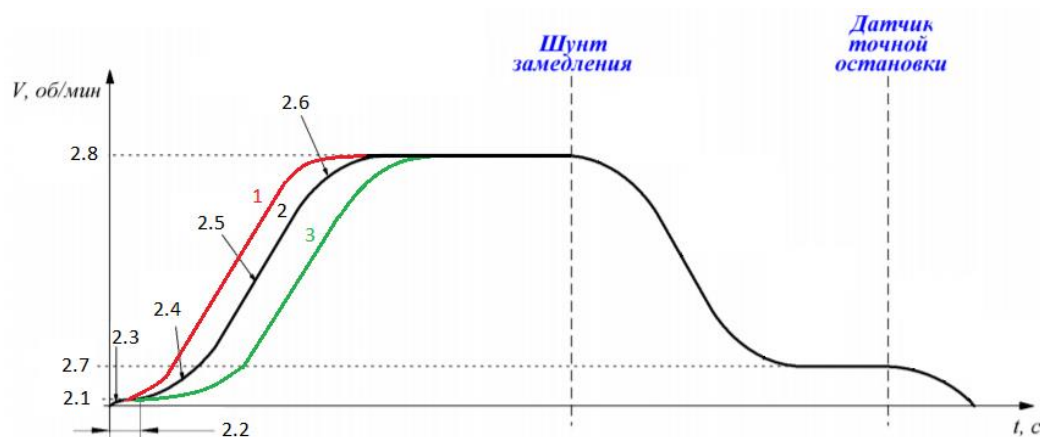


Рисунок 4 – Временная диаграмма режимов разгона лифта

Таким образом, выбирая оптимальные параметры динамических режимов привода лифтовой лебёдки можно уменьшить износ подъёмных канатов и канатопроводящего шкива, увеличив срок службы последних и снизив вероятность неисправностей и аварий механизма в целом.

## Библиографический список

1. ГОСТ 33984.1-2016 (EN 81-20:2014) Лифты. Общие требования безопасности к устройству и установке. Лифты для транспортирования людей или людей и грузов (с Поправками) [Электронный ресурс] – Введ. 01.11.2018 – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200144600> (дата обращения 03.03.2020).
2. ГОСТ 22011-95. Лифты пассажирские и грузовые. Технические условия – Введ. 01.01.1997 – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/gost-22011-95> (дата обращения 03.03.2020).
3. ГОСТ Р 56943-2016 Лифты. Общие требования безопасности к устройству и установке. Лифты для транспортирования грузов – Введ. 01.01.2007 – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200135795> (дата обращения 03.03.2020).
4. Устройство, техническое обслуживание и ремонт лифтов: Учебник для нач. проф. образования / С. Б. Манухин, И. К. Нелидов. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 336 с. – ISBN 5-7695-1406-X.
5. Савельев А.Н., Кипервассер М.В., Аниканов Д.С., Реморов В.Е. Об использовании метода контроля состояния машин технологических агрегатов по энергетическим параметрам привода. Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. 2013. № 12. С. 31-33.
6. Кипервассер М.В., Инжелевская О.В., Пугачев Е.В. Методика автоматического распознавания аварийных ситуаций оборудования компрессорной станции. Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2011. № 4 (86). С. 51-54.

УДК 65.011.56

## **УЧЕБНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ КОМПЛЕКС ПРОЦЕССОВ ПРОВЕТРИВАНИЯ В ШАХТЕ**

**Загидулин И.Р.**

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

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк, e-mail: ig.zagidulin2014@yandex.ru*

В статье рассматриваются процессы проветривания шахты, актуальность их автоматизации, а также методы необходимые для наблюдения за процессом, и разработанный на кафедре автоматизации и информационных систем Сибирского государственного индустриального университета учебно-исследовательский комплекс процессов проветривания в шахте.

Ключевые слова: автоматизация, вентиляция, замер скорости, учебный комплекс.

В силу ограниченного пространства и не малой глубины, подземные горные выработки подвержены влиянию вредных факторов природного и техногенного характера, что в свою очередь неизбежно воздействует на людей, находящихся в горной выработке. Это приводит к ухудшению условий труда, к ухудшению здоровья работников, что ограничивает возможности проведения производственных процессов.

Поэтому, одним из важнейших звеньев сложного технологического комплекса шахты, является система вентиляции шахтных выработок, перед которой стоит задача борьбы с вредными факторами в подземных горных выработках – их разжижение подаваемым в выработки свежего воздуха до допустимых концентраций. От надежной, безотказной работы системы проветривания полностью зависит безопасность, а зачастую и жизни людей, работающих в шахте.

Суть вентиляции помещения состоит в подаче и распределении чистого (свежего) воздуха, а также в удалении загрязненного воздуха. Подземные выработки вследствие почти полной их изоляции от земной поверхности, наличия в них процессов поглощения кислорода и выделения газов (чуждых земной атмосфере), повышения температуры воздуха, отсутствия солнечного света (биологическое и гигиеническое действие которого велико) особо нуждаются в вентиляции.

Системы вентиляции современных шахт характеризуются большой протяженностью выработок, сложностью вентиляционных сетей, большой мощностью главных вентиляторов. Суммарная протяженность выработок, по которым движется воздух в современных шахтах может достигать 120 км, а их число — многих сотен.

Проветривание шахты осуществляется системой вентиляции, в состав которой входят главные и местные вентиляторные установки и горные выработки. Чтобы обеспечить движение воздуха по горным выработкам в данном направлении и с требуемой интенсивностью, необходимо создать определенный перепад давления воздуха на пути его движения. В зависимости от способа создания необходимого перепада давления воздуха различают нагнетательный, всасывающий и нагнетательно-всасывающий (комбинированный) способы вентиляции [1], а также существуют специальные схемы проветривания шахт [2].

Количество воздуха, требуемое для разбавления и выноса вредностей, зависит от целого ряда горнотехнических, а также технологических причин и за определенный промежуток времени (смена, сутки, год) значительно изменяется. Существующие на шахтах главные вентиляционные установки (ГВУ) не в состоянии обеспечить текущее изменение производительности, так как они не приспособлены к регулированию режимов работы на ходу, поэтому, зачастую, работают с постоянной максимальной производительностью, а, следовательно, имеют заведомо высокое энергопотребление. Во-вторых, низкая степень контроля технологических параметров и недостаточный уро-

вень автоматизации делает невозможным эффективное и экономичное управление процессом проветривания.

В этой связи большое значение приобретает создание и внедрение автоматизированных систем управления проветриванием шахт, способных обеспечивать надежность и маневренность вентиляции, а именно: регулирование количества подаваемого воздуха в требуемом диапазоне; перераспределение воздушных потоков между горными выработками для устранения опасных скоплений вредностей; быстрое и надежное реверсирование вентиляционной струи при авариях и пожарах с максимально возможной производительностью обратного режима; возможность форсирования вентиляции; адаптивность параметров вентиляционного режима к изменению требуемого количества воздуха [3].

Для осуществления наблюдения и контроля за процессом проветривания необходимо определять объемный расход воздуха в любом сечении горной выработки путем непосредственного измерения сечения выработки и средней скорости движения воздуха.

На основных вентиляционных струях оборудуются специальные замерные станции, которые представляют собой участки выработок длиной до 10 м с выдержанным сечением. На станциях имеется специальная доска, на которой указывается сечение выработки и расход воздуха. В остальных случаях (пунктах) контроля сечение измеряется каждый раз при измерениях скорости движения воздуха.

Замер средней скорости движения воздуха по сечению можно производить анемометрами различных типов следующими способами: замером «перед собой», замером «в сечении» и точно.

При замере «перед собой», замерщик держит прибор перед собой на вытянутой руке и перемещается по сечению выработки вместе с анемометром. Замер способом «перед собой» может производиться при высоте выработки в свету не более 2 м. При замере «в сечении» замерщик становится спиной к стенке выработки и, перемещаясь по сечению ее, равномерно водит анемометр перед собой на вытянутой руке.

Точечный способ замера состоит в том, что все сечение выработки или трубопровода разбивается на равномерные площадки, в центре которых производится замер скорости движения воздуха. Затем все полученные скорости по точкам суммируются, и полученная величина делится на количество произведенных замеров; в результате получается средняя скорость движения воздуха в данном сечении выработки.

Замеры точечным способом следует применять в том случае, когда скорость по сечению выработки весьма неравномерна.

Так как присутствуют трудности для изучения процесса проветривания шахты на реальном объекте, то на кафедре автоматизации и информационных систем Сибирского государственного индустриального университета реализован учебно-исследовательский комплекс процессов проветривания в



шахте, включающий в себя:

- модель объекта, представленную на схеме автоматизации (рисунок 1);

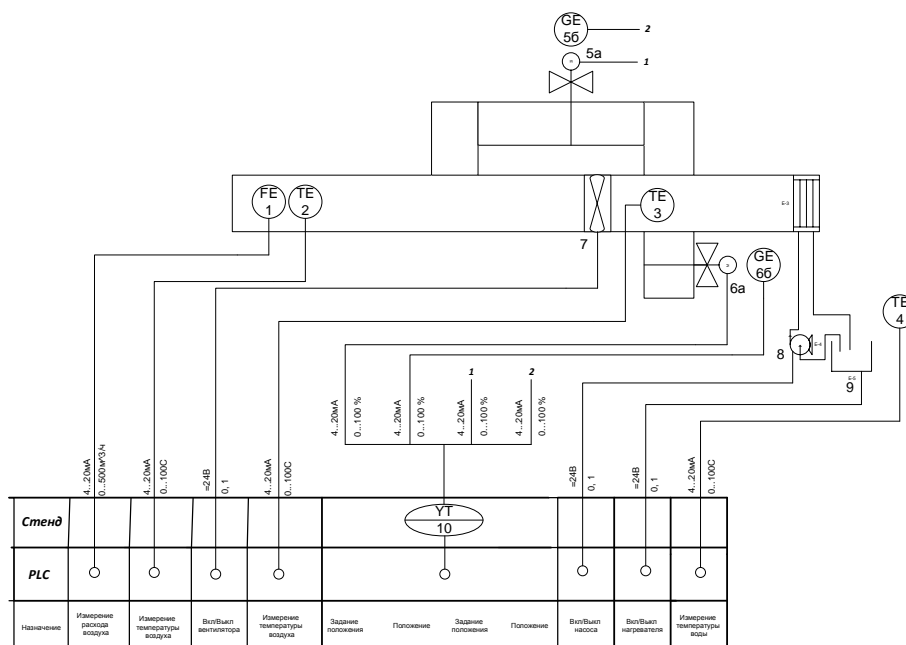


Рисунок 1 – Схема автоматизации учебного комплекса

- нагреватель (9), подогревающий воду, которую насос (8) перекачивает через радиатор для нагрева воздуха;

- вентилятор (7), который переносит теплые потоки воздуха по трубопроводу (шахте);

- задвижки (5, 6), используемые для оптимизации процесса нагрева воздуха;

- микроконтроллер Arduino (10), контролирующей положение задвижек.

В качестве управляющей системы выбран PLC OMRON, позволяющий реализовывать любые алгоритмы управления на представленной модели.

Созданный комплекс предназначен для обучения студентов в рамках изучения дисциплин по направлениям подготовки «Автоматизация технологических процессов и производств», «Информационные системы и технологии».

#### Библиографический список

1. Ушаков, К.З. Аэрология горных предприятий /К.З. Ушаков, А.С. Бурчаков, Л.А. Пучков, И.И. Медведев; под редакцией проф., д-ра техн. наук К.З. Ушакова. - 3-е изд., перераб. и доп. - Москва: Недра, 1987. - 421с.

2. Голинько, В.И. Вентиляция шахт и рудников: учеб. пособие / В.И. Голинько, Я.Я. Лебедев, О.А. Муха. – Д.: Национальный горный университет, 2012. – 266 с.

3. Петров Н. Н., Зедгенизов Д. В. Управление вентиляцией шахт и рудников // ГИАБ. 2000. №7. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/upravlenie-ventilyatsiy-shaht-i-rudnikov>

## КОМПЬЮТЕРНОЕ ЗРЕНИЕ

**Климачёв А.В.**

**Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Михайлова О.В.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк, e-mail: Klimachev43@gmail.com*

Область компьютерного зрения может быть охарактеризована как молодая, разнообразная и динамично развивающаяся. И хотя существуют более ранние работы, можно сказать, что только с конца 1970-х началось интенсивное изучение этой проблемы, когда компьютеры смогли управлять обработкой больших наборов данных, таких как изображения. Однако эти исследования обычно начинались с других областей, и, следовательно, нет стандартной формулировки проблемы компьютерного зрения.

Ключевые слова: компьютерные технологии, наука, изображение, искусственные системы, моделирование объектов.

Компьютерное зрение (иначе техническое зрение) - теория и технология создания машин, которые могут производить обнаружение, отслеживание и классификацию объектов [1].

Как научная дисциплина, компьютерное зрение относится к теории и технологии создания искусственных систем, которые получают информацию из изображений. Видеоданные могут быть представлены множеством форм, таких как видеопоследовательность, изображения с различных камер или трехмерными данными, например, с устройства Kinect или медицинского сканера.

Как технологическая дисциплина, компьютерное зрение стремится применить теории и модели компьютерного зрения к созданию систем компьютерного зрения. Примерами применения таких систем могут быть:

1. Системы управления процессами (промышленные роботы, автономные транспортные средства).
2. Системы видеонаблюдения.
3. Системы организации информации (например, для индексации баз данных изображений).
4. Системы моделирования объектов или окружающей среды (анализ медицинских изображений, топографическое моделирование).
5. Системы взаимодействия (например, устройства ввода для системы человеко-машинного взаимодействия).
6. Системы дополненной реальности.
7. Вычислительная фотография, например, для мобильных устройств с камерами.

Подразделы компьютерного зрения включают воспроизведение действий, обнаружение событий, слежение, распознавание образов, восстано-

ление изображений и некоторые другие.

Важно, что нет стандартной формулировки того, как должна решаться проблема компьютерного зрения. Вместо этого, существует масса методов для решения различных строго определённых задач компьютерного зрения, где методы часто зависят от задач и редко могут быть обобщены для широкого круга применения. Многие из методов и приложений все ещё находятся в стадии фундаментальных исследований, но всё большее число методов находит применение в коммерческих продуктах, где они часто составляют часть большей системы, которая может решать сложные задачи (например, в области медицинских изображений или измерения и контроля качества в процессах изготовления). В большинстве практических применений компьютерного зрения компьютеры предварительно запрограммированы для решения отдельных задач, но методы, основанные на знаниях, становятся всё более общими.

Важную часть в области искусственного интеллекта занимает автоматическое планирование или принятие решений в системах, которые могут выполнять механические действия, такие как перемещение робота через некоторую среду. Этот тип обработки обычно нуждается во входных данных, предоставляемых системами компьютерного зрения, действующими как видеосенсор и предоставляющими высокоуровневую информацию о среде и роботе. Другие области, которые иногда описываются как принадлежащие к искусственному интеллекту и которые используются относительно компьютерного зрения, это распознавание образов и обучающие методы. В результате, компьютерное зрение иногда рассматривается как часть области искусственного интеллекта или области компьютерных наук вообще.

Ещё одной областью, связанной с компьютерным зрением, является обработка сигналов. Многие методы обработки одномерных сигналов, обычно временных сигналов, могут быть естественным путём расширены для обработки двумерных или многомерных сигналов в компьютерном зрении. Однако из-за своеобразной природы изображений существует много методов, разработанных в области компьютерного зрения и не имеющих аналогов в области обработки одномерных сигналов. Особым свойством этих методов является их нелинейность, что, вместе с многомерностью сигнала, делает соответствующую подобласть в обработке сигналов частью области компьютерного зрения [2].

Помимо упомянутых подходов к проблеме компьютерного зрения, многие из исследуемых вопросов могут быть изучены с чисто математической точки зрения. Например, многие методы основываются на статистике, методах оптимизации или геометрии. Наконец, большие работы ведутся в области практического применения компьютерного зрения - того, как существующие методы могут быть реализованы программно и аппаратно или как они могут быть изменены с тем, чтобы достичь высокой скорости работы без существенного увеличения потребляемых ресурсов.

Каждая из областей применения компьютерного зрения, описанных

выше, связана с рядом задач; более или менее хорошо определённые проблемы измерения, или обработки могут быть решены с использованием множества методов. Некоторые примеры типичных задач компьютерного зрения представлены ниже:

### *1. Распознавание*

Классическая задача в компьютерном зрении, обработке изображений и машинном зрении это определение содержат ли видеоданные некоторый характерный объект, особенность или активность. Эта задача может быть достоверно и легко решена человеком, но до сих пор не решена удовлетворительно в компьютерном зрении в общем случае: случайные объекты в случайных ситуациях.

Существующие методы решения этой задачи эффективны только для отдельных объектов, таких как простые геометрические объекты (например, многогранники), человеческие лица, печатные или рукописные символы, автомобили и только в определённых условиях, обычно это определённое освещение, фон и положение объекта относительно камеры.

В литературе описано различное множество проблем распознавания:

- Распознавание: один или несколько предварительно заданных или изученных объектов, или классов объектов могут быть распознаны, обычно вместе с их двухмерным положением на изображении или трехмерным положением в сцене.

- Идентификация: распознается индивидуальный экземпляр объекта. Примеры: идентификация определённого человеческого лица или отпечатка пальцев, или автомобиля.

- Обнаружение: видеоданные проверяются на наличие определённого условия. Например, обнаружение возможных неправильных клеток или тканей в медицинских изображениях. Обнаружение, основанное на относительно простых и быстрых вычислениях иногда используется для нахождения небольших участков в анализируемом изображении, которые затем анализируются с помощью приемов, более требовательных к ресурсам, для получения правильной интерпретации.

Существует несколько специализированных задач, основанных на распознавании, например:

- Поиск изображений по содержанию: нахождение всех изображений в большом наборе изображений, которые имеют определённое содержание. Содержание может быть определено различными путями, например, в терминах схожести с конкретным изображением (найдите мне все изображения похожие на данное изображение), или в терминах высокоуровневых критериев поиска, вводимых как текстовые данные (найдите мне все изображения, на которых изображено много домов, которые сделаны зимой и на которых нет машин).

- Оценка положения: определение положения или ориентации определённого объекта относительно камеры. Примером применения этой техники может быть содействие руке робота в извлечении объектов с ленты конвейера.

ра на линии сборки.

- Оптическое распознавание знаков: распознавание символов на изображениях печатного или рукописного текста, обычно для перевода в текстовый формат, наиболее удобный для редактирования или индексации (например, ASCII).

## *2. Движение*

Несколько задач, связанных с оценкой движения, в которых последовательность изображений (видеоданные) обрабатываются для нахождения оценки скорости каждой точки изображения или 3D сцены. Примерами таких задач являются:

- Определение трехмерного движения камеры.
- Слежение, то есть следование за перемещениями объекта (например, машин или людей).

## *3. Восстановление изображений*

Задача восстановления изображений это удаление шума (шум датчика, размытость движущегося объекта и т. д.). Наиболее простым подходом к решению этой задачи являются различные типы фильтров, таких как фильтры нижних или средних частот. Более сложные методы используют представления того, как должны выглядеть те или иные участки изображения, и на основе этого их изменение.

Более высокий уровень удаления шумов достигается в ходе первоначального анализа видеоданных на наличие различных структур, таких как линии или границы, а затем управления процессом фильтрации на основе этих данных[3].

Компьютерные технологии предлагают широкий спектр услуг, используемых в образовании: множество способов представления информации, мультимедиа технологии, глобальное пространство сети Интернет, поддержка дистанционных форм обучения, автоматизированные электронные подсистемы обучения, организация виртуальных университетов, создание электронных учебников.

Также современные тенденции говорят о том, что для повышения качества образовательных процессов и образования в целом эффективным является применение технологии дополненной и виртуальной реальности. Дополненная реальность (augmented reality) – это группа технологий, позволяющих дополнять изображение реального мира различными объектами виртуальной среды. Схема среды дополненной реальности представлена на рисунке 1. В отличие от виртуальной реальности, которая предполагает полностью искусственный синтезированный мир (видеоряд), дополненная реальность предполагает интеграцию виртуальных объектов в естественные видеосцены.

На сегодняшний момент механизмы дополненной реальности применяются в таких сферах как медицина, архитектура, реклама, образование, киноиндустрия и прочие.

В образовании дополненная реальность применяется как технология, позволяющая повысить наглядность изучаемого материала. Например, воз-

можно провести демонстрацию дорогостоящего эксперимента без лабораторных установок, без риска, используя только планшет и созданное программное обеспечение, позволяющее, в интерактивном режиме, демонстрировать результаты опытов и экспериментов. Первым шагом в реализации дополненной реальности в программно-методическом комплексе является выбор библиотеки компьютерного зрения. На сегодняшний день наиболее популярными и высококачественными являются следующие библиотеки:

1. OpenCV – библиотека с открытым исходным кодом, предоставляющая возможность работы с алгоритмами компьютерного зрения, обработки изображений, а также численных алгоритмов общего.

2. Vuforia SDK – инструмент разработки AR приложений, включающий в себя библиотеку с основными алгоритмами, необходимыми для создания приложений дополненной реальности. Данный инструмент является мультиплатформенным решением.

#### Библиографический список

1. Электронный ресурс.- Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Компьютерное\\_зрение](https://ru.wikipedia.org/wiki/Компьютерное_зрение).

2. Электронный ресурс.- Режим доступа: [www.tadviser.ru/index.php/Статья:Компьютерное\\_зрение:\\_технологии,\\_рынок,\\_перспективы](http://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Компьютерное_зрение:_технологии,_рынок,_перспективы).

3. Электронный ресурс.- Режим доступа: <http://robocraft.ru/blog/computervision/264.html>.

УДК 004.9

## СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОЙ КЛАССИФИКАЦИИ ЗАЯВОК ИТ-ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ

Сергеев В.С.<sup>1</sup>, Новашов Е.В.<sup>2</sup>

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

<sup>1</sup>*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк*

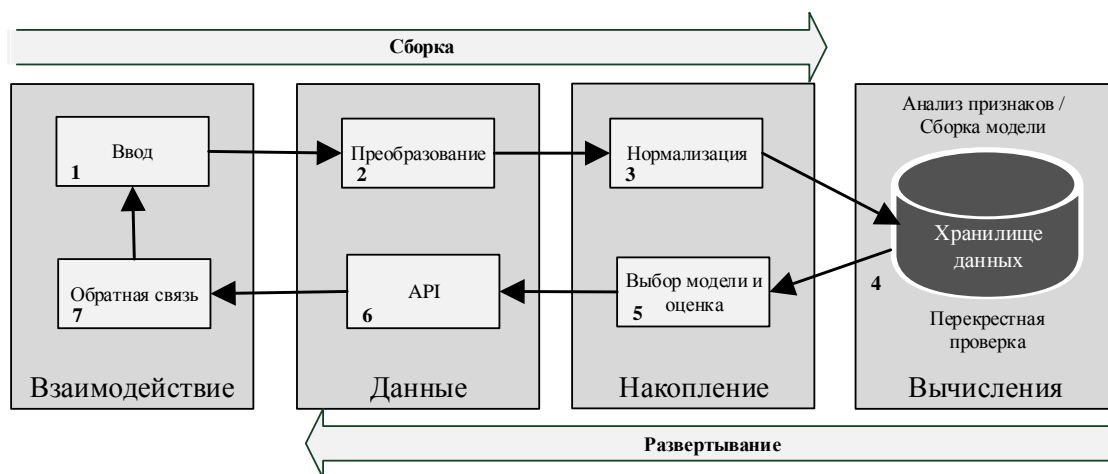
<sup>2</sup>*ООО «ЕвразТехника», г. Новокузнецк*

В статье рассмотрена реализация системы автоматической классификации заявок ИТ-пользователей, которая реализует следующие этапы: сборки, обработки данных, создание модели, использование готовой модели для классификации, интеграция полученных результатов в Service Desk.

Ключевые слова: множественная классификация данных, итеративный процесс, корпус данных, база данных, векторизация, классифицирующая линейная модель.

Система автоматического определения исполнителей заявок пользова-

телей ИТ-сервисов «AnalizML» (разработанная авторами данной статьи на базе источника [1]) предназначена для решения задач множественной классификации данных и реализует итеративный процесс, состоящий из двух этапов: сборки и развертывания. На этапе сборки первичные данные преобразуются в форму, пригодную для передачи в модели и экспериментов с ними. На этапе развертывания происходит выбор классифицирующих моделей, которые затем используются для классификации запросов, непосредственно затрагивающих бизнес - задачи (рис. 1). Бизнес отвечает на выходные данные моделей (данные об исполнителях заявок), создавая обратную связь, которая, в свою очередь, подается на вход и используется для адаптации моделей.



API - Интерфейс обмена данными с другой программой

Рисунок 1 - Общая схема системы «AnalizML»

Процесс перехода от исходных данных к развернутой модели состоит из последовательности инкрементальных преобразований данных. На первом этапе исходные данные преобразуются во входной корпус (комплекс), накапливаются и сохраняются внутри хранилища данных, блок 2. В качестве первичного хранилища данных выступает база данных Oracle. Затем входные данные группируются, очищаются, нормализуются и преобразуются в векторы для последующей обработки, блок 3. При этом, происходит считывание заявок из базы данных с сохранение на жестком диске, с использованием иерархии папок, блок 4. Сначала создается корневая папка с именем корпуса, что подразумевает возможность создания нескольких корпусов, далее в ней создаются папки названиями которых являются коды групп исполнителей заявки, внутри которых размещены файлы в формате pickle, в качестве имени которых используется id заявки. В свою очередь, файлы содержат данные ключевых полей, таких как информация в заявке и местоположение по организационной структуре заявителя. Перед тем как записать данные из заявки на диск, из массива текста выделяются абзацы и предложения и для каждого слова в предложении определяется часть речи, при помо-

щи библиотеки nltk в Python 3 [2].

На данном этапе данные еще не пригодны для использования их в модели (или моделях) для обучения. Предварительно данные векторизуются. Векторизация — это преобразование набора необработанных документов в векторное представление, в данном конкретном случае в матрицу функций TF-IDF [3].

В конечном преобразовании модель (или модели) обучается на векторизованном корпусе, и создается обобщенное представление исходных данных (модель), блок 5, которое потом используется приложением для классификации новых данных (рисунок 2).

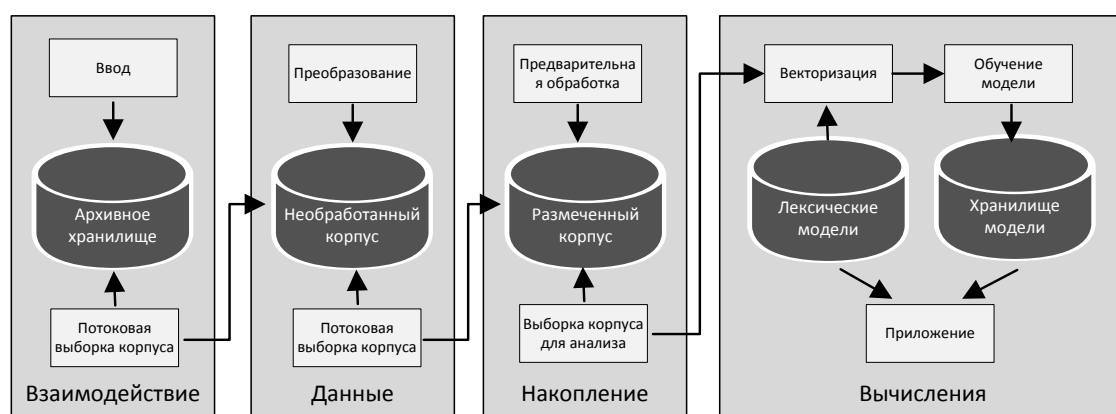


Рисунок 2 - Структурная схема этапа сборки

Для автоматической логистики заявок в Service Desk система автоматизирует заполнения следующих классификаторов:

- группа ответственных,
- категория,
- приоритет.

Гибкая архитектура системы позволяет с минимальными затратами перестроиться на классификацию иных приложений или данных.

В качестве алгоритма в системе применяются линейные модели классификации, такие как наивный Байесовский классификатор, стохастический градиентный спуск, логистическая регрессия. Данные классификаторы выбраны на основе источника [1]. Названные алгоритмы легко масштабируются и могут применяться для специализированного анализа как на одном компьютере, так и на больших кластерах. С практической точки зрения у линейных моделей есть два основных отличия от нейронных сетей: простота настройки и высокая скорость. В итоге, с учетом специфики данных, точность классификаторов на тестовых стендах показали схожую точность моделей на основе линейных алгоритмов и нейронных сетей.

На данный момент система запущена на сервере. Из 266 групп исполнителей, классифицируются заявки по 14 группам, 13 из них исполнители, а один классификатор диспетчеры, которые ручным способом проводят клас-



сификацию. Данные ограничения, по количеству исполнителей, были введены из-за большого количества ошибок 40 % при обучении и тестировании модели на всех исполнителях. Выбор конкретных 13 основан на процентном соотношении заявок на данные группы к общему числу 41 % от всех, а также выделены исполнители, которые с большой вероятностью классифицируются по информации в заявке.

На рисунке 3 представлен отчет о работе системы. По нему можно заметить, что в среднем 40 % заявок по почте обрабатываются системой, а максимальный процент ошибок равен 12.



Рисунок 3 – Отчет по количеству классифицированных заявок  
Библиографический список

1. Бенгфорт, Б. Прикладной анализ текстовых данных на Python. Машинное обучение и создание приложений обработки естественного языка / Б. Бенгфорт, Р. Билбро, Т. Охеда. - СПб.: Питер, 2019. - 368 с
2. NLTK 3.5 documentation. – Режим доступа: <https://www.nltk.org>.
3. Scikit-learn Machine Learning in Python. – Режим доступа: <https://scikit-learn.org>.

УДК 004.91

## **ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ СФЕРЫ СОЦИАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ НАСЕЛЕНИЯ РЕГИОНОВ РОССИИ (ОБЗОР)**

**Жалнова Э. М.**

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

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк, e-mail: [elfrida.zhalnova@mail.ru](mailto:elfrida.zhalnova@mail.ru), [kulakov-ais@mail.ru](mailto:kulakov-ais@mail.ru)*

Представлены критические факторы, определяющие развитие информационных систем социальной защиты населения и краткая характеристика трех известных информационных систем данного назначения.

Ключевые слова: критические факторы развития, социальные информационные системы, типовая структура, технологии, характеристики

Актуализация механизмов социальной защиты населения обострила проблему совершенствования правовой базы, отработки инструментария и новых технологий по ее реализации, подготовки соответствующего кадрового потенциала. В настоящее время действует целый ряд объективных факторов, которые следует учитывать при обновлении технологии обработки информации в области социальной защиты населения.

Основные из этих факторов таковы:

- рост объемов данных и необходимость сокращения сроков их обработки вследствие изменения законодательства по социальной защите;
- интенсивность процесса актуализации нормативно – правовой информации;
- необходимость организации должного учета реальных нужд всех социально незащищенных слоев населения;
- потребность в мощной информационно - аналитической базе, позволяющей осуществлять контроль средств, выполнять анализ текущего состояния;
- непрерывное изменение характера задач, стоящих перед органами социальной защиты населения;
- возрастающие требования к сотрудникам органов соцзащиты по повышению производительности и качества труда;
- необходимость применения ПК с быстро изменяющимися программ-

но-техническими характеристиками, обеспечивающих пользователям оперативный доступ к масштабным базам данных, быструю обработку данных и выдачу большого количества документов.

Перечисленные факторы обуславливают необходимость использования новых информационных технологий в сфере социальной защиты населения.

Региональная сфера социальной защиты состоит из четырех частей:

- субъекты - физические лица, нуждающиеся в социальной защите и помощи;

- объекты – учреждения и организации социальной защиты населения;

- ресурсы - денежные и материальные потоки;

- законодательство – нормативно-правовое обеспечение.

Субъекты социальной защиты представлены в регистре физических лиц, имеющих право на получение социальной помощи или льготы. Данный регистр содержит отдельные категории: Ветераны Великой Отечественной войны, инвалиды, ликвидаторы ЧАЭС, малоимущие и т.д. Создание и ведение картотеки физических лиц предназначено для мониторинга и принятия решения о поддержке социально незащищенных групп населения. С помощью мониторинга можно решить задачи выявления и учета реальной нуждаемости, создания информационно - аналитической базы, контроля расходующихся средств, оценки текущего состояния сферы соцзащиты.

Объекты системы социальной защиты населения представлены в регистре учреждений социальной защиты населения (органы социальной защиты, центры социального обслуживания населения, детские дома, хосписы, санатории и др.). Каждый из объектов имеет свои характеристики и особенности в зависимости от профиля. Назначение информационной системы – обеспечить оказание услуг социально-незащищенному населению, используя имеющиеся социальные объекты. Информационная система в социальном учреждении осуществляет поддержку процесса управления, а собранная информация дает возможность оценки эффективности деятельности системы социальной защиты населения района, региона и т.д.

Управление финансами позволяет осуществлять контроль расходующихся средств, проводить анализ текущего состояния.

Законодательство - нормативно-правовое обеспечение системы управления социальной защитой населения опирается на комплекс правовых норм федерального и регионального законодательства, [1].

*АСУПД «Тула»* - автоматизированное средство управления персональными данными, которое является платформой для построения приложений, работающих со взаимосвязанными данными. Оно не содержит привязки к конкретной модели данных, и может работать с любыми источниками табличной информации. Особенностью является возможность работы под произвольной операционной системой.

В автоматизированной системе используются специальные параметрические таблицы, они позволяют настроить систему с учётом особенностей

федерального, регионального и местного законодательства.

В АСУИД реализованы следующие информационные технологии:

- прием граждан, учет персональных данных, учет документов, дающих право на льготы, учет заболеваний граждан и инвалидности, учет доходов, учет всех запросов граждан на виды социальной поддержки, учет посещений пр.;

- назначение пособий по нуждаемости, определение права, расчет пособий;

- расчет и назначение субсидий на оплату жилья и жилищно-коммунальных услуг;

- назначение и выплата региональных ежемесячных денежных выплат;

- формирование ежемесячной выплаты через отделения связи, банк;

- формирование списков граждан, состоящих на учете (по заданным параметрам)

- формирование статистических отчетов;

- постановка на учет из пенсионной базы граждан, получающих пенсии, пособия, [2].

АСУИД «Тула» используется в Кемеровской области, республике Башкортостан, республике Саха.

**Информационная система «Социальное обслуживание населения» (ИС «СОИ»)** - средство, которое систематизирует и регламентирует практику организации социального обслуживания населения и предоставления социальных услуг, закрепляя и приводя основные положения в соответствие с основными направлениями политики в сфере правового статуса государственных и муниципальных учреждений и порядка предоставления государственных услуг.

ИС «СОИ» реализует следующие функции:

- оказание социальных услуг в соответствии с государственными стандартами;

- определение индивидуальной нуждаемости граждан в социальных услугах;

- формирование индивидуальной программы предоставления социальных услуг;

- создание реестра поставщиков социальных услуг, в целях обеспечения эффективного оказания социальных услуг и расходования средств;

- создание регистра получателей социальных услуг, для обеспечения эффективного оказания услуг и оценки результатов их предоставления;

- ведение информационных баз социального обслуживания, включая сбор, хранение, обработку и предоставление информации о поставщиках и получателях социальных услуг;

В данной системе представлены модули: 1.«Карта социальной реабилитации гражданина». Формирование и ведение карты социальной реабилитации лица, находящегося на обслуживании в учреждениях социальной за-

щиты населения. 2.«Информационная карта (паспорт) учреждения». 3.«Социальное обслуживание граждан на дому». 4.«Материальная помощь» и «Консультативная помощь». 5.«Предоставление временного приюта» и «Социальное обслуживание в дневное время». 6.«Комплексная реабилитация инвалидов». 7.«Социальное такси». 8.«Стационарное социальное обслуживание». 9.«Прокат технических средств реабилитации». 10.«Учет и предоставление срочной материальной помощи беженцам и вынужденным переселенцам», [3].

ИС «СОН» применяется в работе в органах социальной защиты Свердловской области и Хабаровском крае.

**Автоматизировано-информационная система «Социальная защита» (АИС «СЗ»)** [4] - есть система, которая предназначена для автоматизации управленческих функций территориального органа социальной защиты, для работы сотрудников различных административных образований. Система позволяет повысить эффективность и качество работы органов социальной защиты населения по реализации политики в области социальной защиты престарелых граждан, инвалидов, детей, а также иных групп населения.

Система включает следующие функциональные подсистемы:

учета; поддержки принятия решений; назначений и выплат; отчетов и статистики; информационного взаимодействия; информационно-аналитическая ; учёта несовершеннолетних; субсидий; социальной поддержки; портал; настройки; администрирования .

АИС "СЗ" предназначена для формирования, ведения и использования единой базы данных, и выполнения следующих функций:

- ведение и учет регистрационных данных граждан, претендующих на получение мер социальной поддержки;
- формирование и обработка данных, связанных с решениями о назначении социальной поддержки;
- поддержка принятия решений по заявлениям граждан;
- оперативный контроль данных, предоставляемых гражданами;
- юридическое информационное взаимодействие с внешними организациями;
- формирование отчетной документации;
- проведение аналитической работы.

Автоматизировано-информационная система «Социальная защита» применяется в работе в Ленинградской и Челябинской области.

#### Библиографический список

1. Кузнецова А.Р. Развитие информационных технологий в системе управления социальной сферы // Информационные ресурсы России. - 2005. - № 5. - С. 12.

2. Автоматизированное средство управления персональными данными "Тула" [Электронный ресурс]/. –URL: <https://clck.ru/NAxpR>.

3. Информационная система «Социальное обслуживание населения» [Электронный ресурс] /. – URL: <https://goo.su/0wEq>.

4. Автоматизировано-информационная система "Социальная защита" [Электронный ресурс] /. – URL: <https://urrl.ru/rcM3aN>.

УДК 681.51

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СОСТОЯНИЙ И СИСТЕМ ЛОГИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ**

**Тамаркина Е.В.**

**Научный руководитель: Макаров Г.В.**

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

Обозначены некоторые проблемы, возникающие при тестировании и проведении пусконаладочных работ в производстве, связанные с отсутствием функционирующей системы. Предложены решения, основанные на методах имитационного моделирования, построенные на языке алгебры логики.

Ключевые слова: системы логического управления, тестирование, моделирование, функциональные состояния.

Неотъемлемой частью современного производства является автоматизированная система управления технологическими процессами (АСУ ТП) и комплексами. Тенденции запуска новых производств на данном этапе развития подразумевают наличие уже функционирующей АСУ ТП с самого начала пусконаладочных работ [1]. В связи с этим возникает проблема тестирования и отладки всех видов обеспечения АСУ ТП до появления самого объекта управления. Отладка технического обеспечения осуществляется на специализированных полигонах, а для отладки алгоритмического обеспечения традиционно применяются методы моделирования.

Одной из главных информационных функций АСУ ТП является формирование признаков функциональных состояний технологических агрегатов и их цепей управления. К основным состояниям можно отнести: работа, готовность, неготовность и авария. Далее по тексту будем их обозначать F1, F2, F3, F4 соответственно. Для системы важными являются управляющие функции, обеспечивающие аварийный останов самого агрегата и связанные с ним технологическими блокировками позиции.

Для реализации тестирования и отладки систем логического управления и интерфейса оператора разработана среда для имитационного моделирования функциональных состояний технологических агрегатов и комплексов.

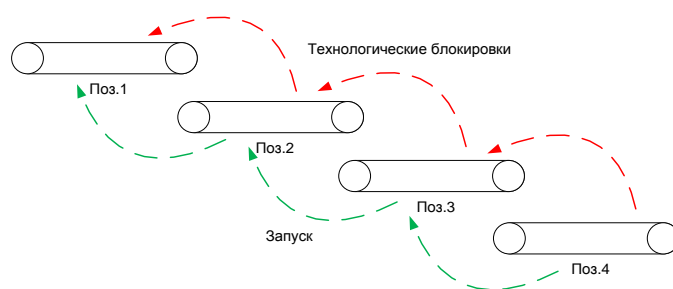


Рисунок 1 – Схема последовательных блокировок

Целью является повышение эффективности разработки и тестирования прикладного программного обеспечения уровня оперативно-диспетчерского управления и систем логического управления. Данное средство может быть использовано на этапе проектирования и пусконаладочных работ. Дальнейшее развитие подразумевает расширение функциональных возможностей данного комплекса как элемента цифрового двойника производства [2], работающего в натурно-модельном режиме, интегрированного в действующую АСУ ТП как информационно-советующая система поддержки принятия решений и моделирования последствий операторских решений и предиктивного анализа [3].

Система предназначена для:

- проведения подготовительных этапов пуско-наладочных работ – формирования структуры систем логического управления, отработки алгоритмов управления;
- разработки и исследования алгоритмов контроля состояния объектов по совокупности значений технологических параметров и параметров состояния оборудования;
- разработки и исследования систем управления исполнительными механизмами и приводами оборудования;
- отображения состояния моделей технологического оборудования.
- разработки и исследования алгоритмов определения аварийных ситуаций на технологических узлах в автоматическом режиме, анализа измеренных значений, выдачи управляющих воздействий на исполнительные механизмы в автоматическом режиме или по инициативе оперативного персонала.

Функциями системы являются:

- моделирование объектов управления для имитации их взаимодействия с системами логического управления, отработки алгоритмов управления;
- отображение состояния моделей технологического оборудования;
- обеспечение регистрации информации;
- обеспечение возможности информационного обмена с другими системами с помощью стандартных интерфейсов;
- взаимодействие с уровнем сбора данных для получения запросов и возвращения ответов;
- вывод мнемосхемы и технологических параметров.

Общая схема представлена на рисунке 2.

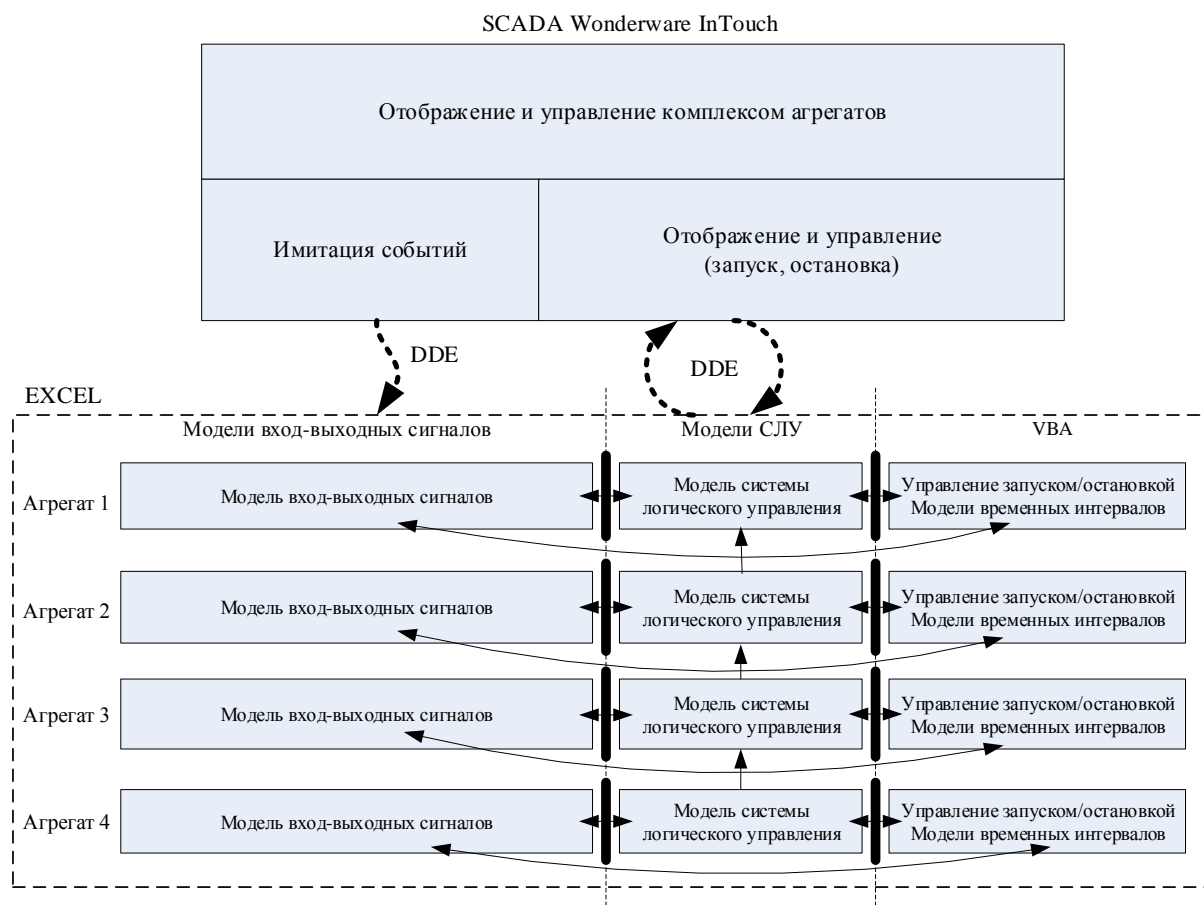


Рисунок 2 – Структурная схема систем

Для отображения состояний агрегатов, входящих в комплекс, и имитации событий используется среда Wonderware InTouch версии 17.3. Данное ПО является промышленным решением для реализации оперативно-диспетчерского управления.

Математические модели выполнены на языке логики [4] и реализованы формулами в соответствующих ячейках таблицы MS Excel. Они описывают признаки и функциональные состояния агрегата и его цепи управления. На данном этапе используется не натурная система логического управления, реализованная в ПЛК, а модель, аналогично выполненная на языке логики в MS Excel. Для управления запуском/остановом и моделирования реакции оборудования во времени используется Visual Basic for Applications, встроенный в среду MS Excel.

Для связи интерфейса оператора, реализованного в InTouch с переменными в MS Excel, используется механизм взаимодействия DDE, поскольку приложения запускаются в одной исполнительной среде OS Windows 10.

Пример таблицы для одного технологического агрегата (конвейера) представлен на рисунке 3.

Схема конвейерной линии является моделью поточно-транспортной системы, часто встречающаяся на производстве. Данный пример позволяет продемонстрировать решение всех поставленных задач перед комплексом.



Модель			Из SCADA			Система логического управления			
Сигналы			Команды оператора			Признаки			
						Функциональные состояния			
Питание	s1	1	Режим Местный	RM	0	Нет напряжения	0 п	Работа	0
Работа двигателя (контактор)	s2	1	Режим Дистанция	RD	1	Работа агрегата	1 х	Готовность	0
Заштыбовка конвейера	s3	1	Режим Автоматический	RA	0	Не отключился	0 п	Неготовность	0
Сработал кабель-тросиковый выключатель	s4	1	Пуск	ON	1	Не включился	0 п	Авария	1
Датчик схода ленты	s5	0	Стоп	OFF	0	Произошла заштыбовка	0 п		
Кнопка Пуск	s6	0				Сработал кабель-тросиковый выключатель	0 п	Запуск	0
Кнопка Стоп	s7	0				Сошла лента конвейера	1 п	Останов	0
Сигнал работы конвейера (номинальная скоу)	fb	1				Скорость достигнута	1 х		
Включить	u	1						Слово состояния	0
Из SCADA			Из SCADA			Формирование выходных сигналов			
Наличие питания	s1	##	Режим работы	RU	1	Включить	1		
Заштыбовка конвейера	s3	##				Блокировка	XXX		
Сработал кабель-тросиковый выключатель	s4	##							
Датчик схода ленты	s5	##	<b>Симуляция</b>						
Кнопка Пуск	s6	##	Нормальная работа		1				
Кнопка Стоп	s7	##	Неисправность привода		0				

Рисунок 3 – Пример таблицы

Применение данного комплекса целесообразно как для разработчика, так и для заказчика. Для разработчика повышается эффективность создания систем логического управления и интерфейса оператора, устраняются ошибки до этапа пусконаладочных работ. Для заказчика данный комплекс может быть интересен при приемо-сдаточных испытаниях для определения фактических функций реализованной системы техническому заданию.

#### Библиографический список

1. Испытание и наладка средств и систем автоматизации / Грачев В.В., Мышляев Л.П., Евтушенко В.Ф., Киселев С.Ф., Львова Е.И., Линков А.А. // Вестник Сибирского государственного индустриального университета. 2014. № 2 (8). С. 44-47.
2. О натурно-модельном подходе и теории подобия применительно к системам управления / Евтушенко В.Ф., Ивушкин А.А., Венгер К.Г., Мышляев Л.П., Макаров Г.В. // 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. 21-24.
3. Ляховец М.В. Оценивание предаварийных состояний технологического оборудования и контрольно-измерительных приборов / Ляховец М.В., Макаров Г.В., Саламатин А.С., Шипунов М.В. // Промышленные АСУ и контроллеры. 2020. № 3. С. 16-24.
4. Моделирование логических состояний оборудования / Макаров Г.В., Тамаркина Е.В., Ляховец М.В., Саламатин А.С. // 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.

## 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 (СибАДИ),  
г. Омск, e-mail: proekt4774@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.

С древних времен понятие «время» является неотъемлемой частью жизни человека и лишь относительно недавно в масштабах развития истории человечества, всего несколько тысяч лет назад, люди смогли изобрести прибор, позволяющий определять его с более-менее высокой точностью – часы.

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].

Разработка подобных часов, соответственно, и является целью данной работы. Работа будет проводиться на основе программно-аппаратного ком-

плекса Arduino. Он представляет собой некое подобие электронного конструктора, поскольку позволяет при работе с ним создавать множество электронных устройств с самыми разными предназначениями.

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 беспаячной 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 при давлении на него, 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 переключение между четырьмя режимами отображения времени и настройками 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 управлять следующими параметрами: форматом отображения времени (двенадцати или двадцати четырех часовым), яркостью светодиодного индикатора и самим временем.

Наконец, для работы часов им 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.

Часы – одно из важнейших изобретений человечества, и они используются людьми в повседневной жизни ежедневно. С момента появления первых часов, солнечных, прошли многие сотни лет, и за это время они значительно видоизменились, став теми самыми часами, с которыми сейчас так хорошо знаком каждый из нас – электронными. И один из способов создать такие часы самостоятельно – с использованием программно-аппаратного обеспечения Arduino.

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 выполнили 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 Нижневартковского государственного университета: Сб. статей. - Нижневартовск, НГУ. - 2017. - С. 94-97.

6. Мартинайтис Д.А., Найданов А.И. Совершенствование виртуальной 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.

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 658.56

## **РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ВХОДНОГО КОНТРОЛЯ МЕТАЛЛОПРОКАТА (В УСЛОВИЯХ ОАО «ТРАНСМАШ», г. ЭНГЕЛЬС)**

**Акимова А.А., Вечканова Э.И., Князева А.Н.,  
Никонова Е.И., Пронина Ю.В**

**Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Хамитов Р.М.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк*

Разработка комплекса для проведения входного контроля металлопроката, поступающего на предприятие, снижение уровня дефектности выпускаемой продукции. Изучены теоретические основы и нормативно-техническая документация для входного контроля металлопроката, подобрано измерительное оборудование и программное обеспечение. Разработана методика входного контроля металлопроката, подготовлена необходимая проектная документация.

Ключевые слова: входной контроль, металлопрокат, лабораторный комплекс, качество, оборудование, курсовое проектирование.

В настоящее время в процессе образования стал активно применяться метод проектов, созданных благодаря поддержке и помощи всей команды. Данный метод позволяет обучающемуся решать задачи высокой сложности, глубже узнавать специфику своей профессиональной деятельности, развивать свои личностные качества и дает опыт работы в команде. Проект предусматривает разработку комплекса для проведения входного контроля металлопроката (на примере ОАО «Трансмаш» г. Энгельс) в соответствии с требованиями нормативных документов. Разработка проекта осуществляется группой университета в сроки, установленные заказчиком.

Актуальность проекта обусловлена необходимостью разработки комплекса для проведения входного контроля с целью предотвращения запуска в производство продукции, не соответствующей требованиям конструкторской и нормативно-технической документации.

Согласно разработанному командой проекта техническому заданию результатом работы являлся комплекс по входному контролю металлопроката, включающий в себя: 3D сканер для определения геометрических размеров проката, наличия дефектов; средства проверки химического состава; средства проверки механических свойств; программные средства для регистрации и обработки результатов проведенных испытаний и выдачи сопроводительной документации к поступающей на предприятие продукции.

В ходе работы над проектом был разработан устав проекта и техническое задание, распределены ответственность и полномочия, составлен план-график (диаграмма Ганта) и бюджет проекта, оценены риски [6] и определены критерии результативности процесса входного контроля.

В ходе реализации проекта были изучены специфика предприятия, процесс (рисунок 1) и нормативно-техническая документация [1-4] для реализации входного контроля.

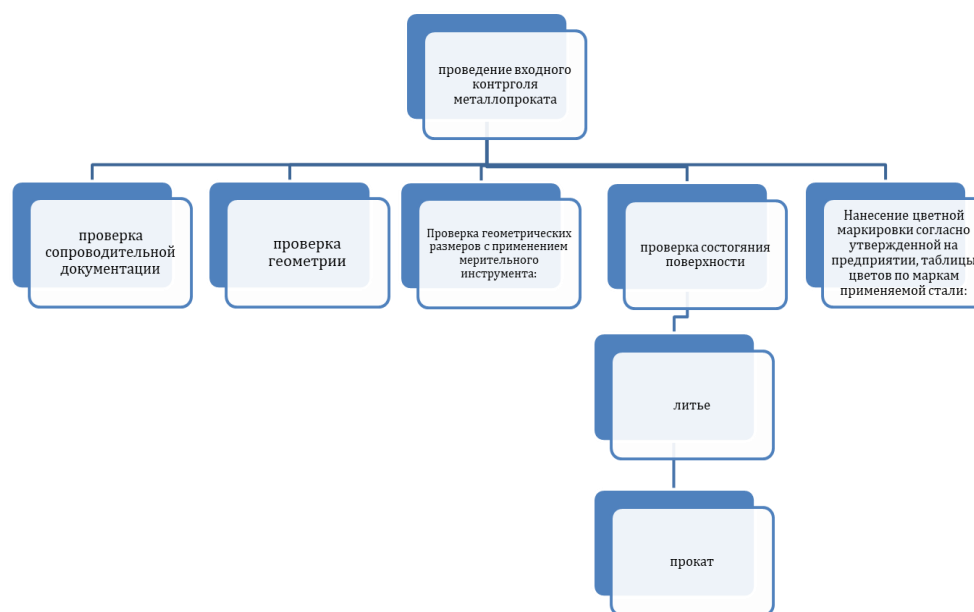


Рисунок 1 – Функциональная декомпозиция процесса входного контроля

ОАО «Трансмаш» является предприятием, занимающимся производством вагонной, путевой и снегоуборочной техники, универсальных фитинговых платформ [5]. ЗАО «Трансмашхолдинг» – крупнейший поставщик подвижного состава для самой большой в мире железнодорожной транспортной компании – ОАО «Российские железные дороги».

В проекте был использован многокритериальный подход к задаче выбора технических и программных средств, который позволил разработать высокоэффективную методологию решения данной задачи, поскольку любой вариант всегда определяется множеством критериев – показателей эффективности, качества варианта. Для каждого технического средства были выбраны критерии, проведено ранжирование и свертка критериев, рассчитан показатель качества варианта [7]. Поступивший на склады предприятия металлопрокат и изделия из него (например, фасонные изделия) после приемки по количеству подвергаются входному контролю на качество продукции партиями. Каждая партия продукции должна иметь документ о качестве (сертификат, паспорт), а для упакованных изделий - и комплектуючую ведомость.



Рисунок 2 – Технические средства, входящие в состав комплекса.

Определение партии продукции и объем выборки для контроля устанавливается в НД на конкретные виды продукции.

На первом этапе входного контроля проверяется:

- полнота и анализ данных, приведенных в сопроводительном документе о качестве или сертификате (паспорте), и соответствие этих данных требованиям стандарта, конструкторской документации или техническим требованиям, заявленных договором на поставку;
- наличие на продукции маркировки, ярлыков или маркировочных карт.

На втором этапе входного контроля проверяется:

- проводится визуально-измерительный контроль геометрических размеров изделий, а также наружный и внутренний осмотр с целью выявления повреждений или поверхностных дефектов, с помощью рулетки, микрометра и штангенциркуля;

- для анализа формы предмета на основе полученных данных, применяют 3D-сканеры для создания 3D-модели предмета, подвергающегося анализу.

- определяется необходимая выборка продукции из партии для испытания свойств, а также определяется объем испытаний. В частности, характерен следующий вид испытания, такой, как определение химического состава методами спектрального анализа, а точнее стилоскопом;

- полученные данные заносятся в программу применяемой для автоматизации процессов входного контроля (TechnologiCS 6 или аналогичную);

- проводится сверка полученных результатов входного контроля с данными, приведенными в сертификате.

При получении неудовлетворительных результатов по какому-либо показателю, по нему проводятся повторные испытания (согласно соответствующему стандарту). Повторные испытания проводятся на удвоенном количестве образцов, взятых от других изделий той же партии (труб, поковок и т.п.). Результаты повторных испытаний распространяются на всю партию. В случае подтверждения неудовлетворительных результатов испытаний партия бракуется, осуществляется вызов представителя поставщика и оформление юридических претензий к поставщику продукции с возвратом продукции или устранением дефектов.

При получении положительных результатов контроля на сертификате (или аналогичном документе, удостоверяющем качество продукции) ставится условный знак или штамп «Входной контроль пройден» и делается соответствующая отметка в учетной карточке и в журнале поступления продукции на склад. При наличии в сертификате (паспорте) нескольких позиций однотипных изделий по каждому изделию делается соответствующая отметка о прохождении входного контроля:

- при положительных результатах – зеленым маркером;

- для изделий с устраненными дефектами – синим маркером;

- при отрицательных результатах – красным маркером.

До проведения входного контроля и получения положительных результатов, изделия к производству не допускаются и не прикладываются. Забракованная продукция должна быть переведена в изоляторы брака до решения вопроса по ее использованию.

#### Библиографический список

1 ГОСТ 16504-81 Система государственных испытаний продукции. Испытания и контроль качества продукции. Основные термины и определе-



ния (с Изменением N 1): межгосударственный стандарт: утвержден и введен Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 8 декабря 1981 г. N 5297: дата введения 1982-01-01 / подготовлен ОАО "ВНИИС". – Москва: Стандартинформ, 2015 // Техэксперт: информационно-справочная система / ООО «Группа компаний «Кодекс». – Кемерово, [200 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.

2 ГОСТ 15.309-98 Система разработки и постановки продукции на производство (СРПП). Испытания и приемка выпускаемой продукции. Основные положения: межгосударственный стандарт: принят Межгосударственным Советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол N 13 от 28 мая 1998 г.): дата введения 2000-01-01 / подготовлен ОАО "ВНИИС". – Москва: Стандартинформ, 2015 // Техэксперт: информационно-справочная система / ООО «Группа компаний «Кодекс». – Кемерово, [200]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.

3 ГОСТ Р ИСО 10012-2008. Менеджмент организации. Системы менеджмента измерений. Требования к процессам измерений и измерительному оборудованию: национальный стандарт: утвержден и введен Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 18 декабря 2008 г. N 646-ст: дата введения 2009-12-01 / подготовлен ОАО "ВНИИС". – Москва: Стандартинформ, 2015 // Техэксперт: информационно-справочная система / ООО «Группа компаний «Кодекс». – Кемерово, [200 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.

4 ГОСТ 26828-86 Изделия машиностроения и приборостроения. Маркировка: государственный стандарт союза ССР: введен постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 18 февраля 1986 г. N 366: дата введения 1987-01-01 / подготовлен ОАО "ВНИИС". – Москва: Стандартинформ, 2015 // Техэксперт: информационно-справочная система / ООО «Группа компаний «Кодекс». – Кемерово, [200 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.

5 ОАО «Трансмаш», г. Энгельс. Официальный сайт: [Электронный ресурс]: Режим доступа: URL: <http://www.transmash.com/> / (дата обращения: 14.05.2020).

6 Музафарова, Т.Р. Риск в управлении проектами / Т.Р. Музафарова, К.Р. Путимцева // ЭГО: Экономика. Государство. Общество. - 2018. - № 2. - С. 1-8. - ISSN 2906-0029. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/journal/issue/311338> (дата обращения: 14.05.2020).

Подиновский В.В., Введение в теорию важности критериев в многокритериальных задачах принятия решений [Электронный ресурс] / Подиновский В.В. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2007. - 64 с. - ISBN 978-5-9221-0743-3 - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922107433.html>

## **О МОДИФИКАЦИИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ФИНАНСОВОГО ПОМОЩНИКА «ФП МЕТОД»**

**Лоншаков С. М., Соболев В. И., Розин И. В.**

**Научные руководители: канд. техн. наук, доцент Бабичева Н.Б.,  
канд. техн. наук, доцент Пермякова Е. П.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк, e-mail: lonshakovsergey2011@yandex.ru*

В статье описан план модификаций программного обеспечения «ФП Метод». ПО модифицируется в рамках дисциплины «Проектная деятельность». Проект направлен на модификацию ПО, а именно портирование на платформу Android.

Ключевые слова: программное обеспечение, ПО, проектная деятельность, финансовый помощник, контролирование расходов, разработка на Android.

Рынок мобильных приложений активно растет в последние годы. Эта огромная отрасль расширяется с каждым днем и останавливаться пока не собирается. Резко увеличилось количество разработчиков мобильных приложений, количество самих мобильных приложений увеличивается экспоненциально.

Программное обеспечение «ФП Метод» предназначено для контроля финансов. Продукт предполагает возможность оперировать операциями доходов и расходов финансов. Данная разработка дает возможность пользователю вести учет своих доходов и расходов. Наличие удобного и понятного интерфейса позволяет пользователю без особого труда освоить весь функционал программного обеспечения.

После введения всех данных происходит анализ и обработка данных, введенных пользователем, и построение круговой диаграммы для наглядной демонстрации доходов и расходов.

За счет того, что охват пользователей на платформе Android в настоящее время больше чем у пользователей персональных компьютеров, портирование программного обеспечения на платформу Android является необходимым решением для дальнейшего развития проекта.

Для синхронизации данных между ПК и мобильными устройствами решено использовать сервер, который будет использован для хранения базы данных, а также служебных файлов, например, файла, хранящего в себе значение актуальной версии программы, которое будет использоваться для обновления ПО на ПК.

Технические характеристики используемого сервера представлены в таблице 1. В качестве операционной системы сервера используется Windows Server 2019.

Таблица 1 - Технические характеристики сервера

Наименование	Единица измерения	Количество
Корпус Cougar MX330-G	шт.	1
Материнская плата ASUS PRIME B365M-A [LGA 1151-v2, Intel B365, 4xDDR4-2666 МГц, 1xPCI-Ex16, 6x SATA 6Gb/s Micro-ATX]	шт.	1
Процессор Intel Core i3-8100 OEM [LGA 1151-v2, 4 x 3600 МГц, L2 - 1 МБ, L3 - 6 МБ, 2xDDR4-2400 МГц, Intel UHD Graphics 630, TDP 65 Вт]	шт.	1
Кулер для процессора DEERCOOL GAMMAXX [300 1600 об/мин, 21 дБ, 4-pin, 130 Вт]	шт.	1
Оперативная память Kingston [DIMM DDR4, 8 ГБx1, 2666 МГц, PC21300]	шт.	2
Жесткий диск Seagate 7200 BarraCuda [SATA III, 6 Гбит/с, 7200 об/мин, кэш память - 64 МБ]	шт.	1
Монитор Samsung S27F354FHI "27" [1920x1080 PLS, 4 мс, 1000:1, 178°/178°, VGA (D-sub), HDMI]	шт.	1
ИБП DEXP CEE-E 850VA	шт.	1
Клавиатура+мышь Logitech Desktop MK120 [кнопки мыши - 3 шт, USB]	шт.	1
Блок питания Powerman 400W	шт.	1

На рисунке 1 представлена схема взаимодействия ПК и мобильного устройства с сервером.

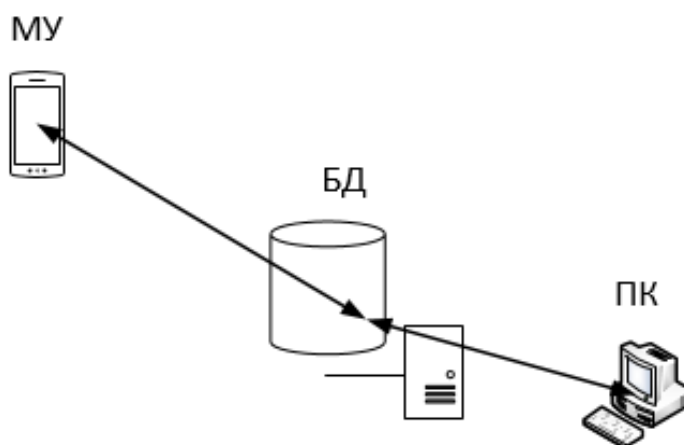


Рисунок 1 – Схема взаимодействия ПК и мобильного устройства с сервером

Приложение работает по следующему алгоритму: При первом входе пользователю необходимо зарегистрироваться. После завершения регистрации пользователь переходит в меню авторизации. Авторизовавшись пользователь переходит в главное меню программы, в котором пользователь добавляет

приходы и расходы финансовых средств. В форме добавления имеется возможность редактировать или добавлять категории, а также задавать сумму и дату. После добавления приходов и расходов в главном меню отображается круговая диаграмма, показывающая отношение приходов и расходов.

Алгоритм работы мобильного приложения представлен на рисунке 2.

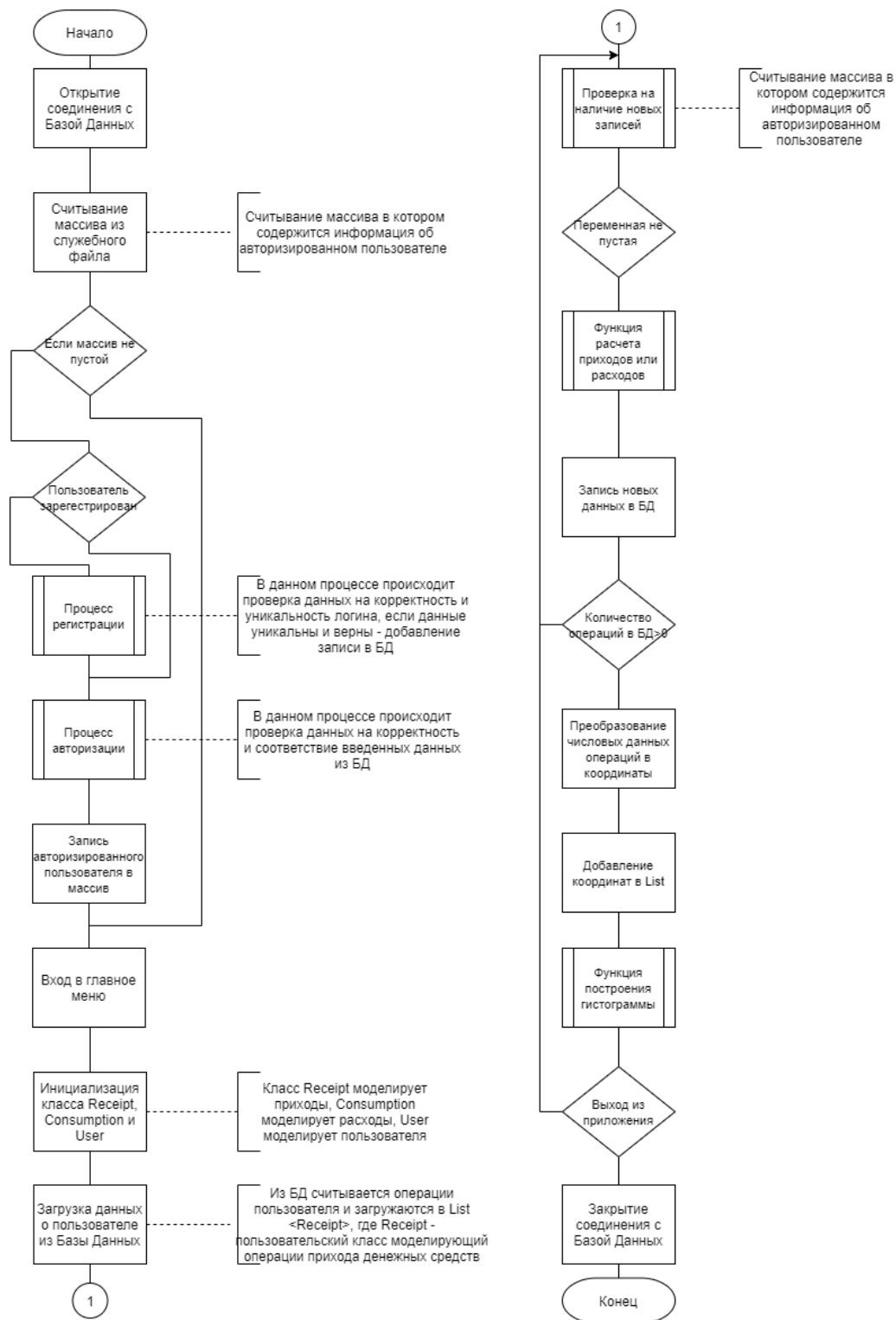


Рисунок 2 – Блок-схема работы программы

Финансовый помощник «ФП Метод», благодаря описанным выше модификациям, станет намного более удобным инструментом для ведения и отслеживания бюджета, а также расширится пользовательская аудитория приложения.

УДК 004.932.2

## **ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА МЕХАНИЗМА МАШИННОГО ЗРЕНИЯ НА ОСНОВЕ ИНФРАКРАСНЫХ ДАТЧИКОВ**

**Гасымов Р.Р., Монастырева К.И.**  
**Научные руководители: Гусев М.М.,**  
**канд. техн. наук, доцент Бабичева Н.Б.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк, e-mail: mona181416@yandex.ru*

Настоящая статья содержит основные идеи по реализации машинного зрения в мобильных роботах-гексаподах на основе инфракрасных датчиков, в том числе камеры инфракрасного спектра и лидар. В теории такой робот будет способен ориентироваться в пространстве, прокладывая маршрут с использованием собственной карты местности и выбирать способ передвижения в зависимости от распознаваемых им объектов.

Ключевые слова: Информационные технологии. Автоматизированные системы. Гексапод. Машинное зрение. Лидар. Анализ изображения. Мобильный робот. Тепловизор. ИК-датчики.

Ни для кого не секрет, что эволюция склонна видоизменять и адаптировать живые организмы под условия окружающей среды для более эффективного существования. Волей эволюции сложилось так, что в природе не существует организмов, которые бы передвигались с использованием колёс. Долгое время, человечество использовало колёсные механизмы повсеместно ввиду простоты их реализации, однако с развитием технологий, человек серьёз начал задумываться об использовании в своих целях шагающих механизмов, как более эффективных [1]. Так, в течение нескольких последних десятилетий всё более популярными становятся концепции роботов-тетраподов и гексаподов, которые перемещаются на четырёх и шести ногах соответственно. В рамках данной работы не будут рассмотрены классификация и принцип работы таких роботов, однако стоит отметить, что сферы их применения, если и не безграничны, то действительно обширны.

Исходя из специфики области применения, базовый функционал шагающей платформы может быть расширен самыми различными способами. В настоящее время одним из наиболее популярных направлений в сфере шагающих механизмов является разработка автоматизированных систем управ-

ления с использованием технологии машинного зрения.

Машинное зрение, или, как его ещё называют, техническое зрение – это технология, которая за свой относительно недолгий период существования уже успела прижиться во множестве различных областей. Оно основано на возможности использовании оптической сенсорной техники бесконтактного действия для автоматического восприятия и обработки изображений с целью получения информации или управления оборудованием либо технологическими процессами [2]. Простейшим примером такой технологии может служить система распознавания штрих-кодов и QR-кодов, а в промышленности она получила широкое распространение в системах распознавания производственных дефектов. Несмотря на разность применения, основу любой системы машинного зрения составляют камеры, оснащённые датчиками видимого, инфракрасного или ультрафиолетового света.

Возвращаясь к вопросу модификации системы шагающего робота-гексапода, попробуем определить специфику применения и принципиальную полезность системы машинного зрения в создании системы управления шагающим роботом. Прежде всего шагающие роботы предназначены для реализации задач перемещения, будь то транспортировка грузов или обход местности с целью её изучения. Ввиду того, что принцип перемещения с использованием механических конечностей значительно сложнее перемещения с использованием колёс, задачу по управлению роботом-гексаподом разумно переложить на плечи современных технологий в лице специализированных контроллеров, не требующих участия оператора. В таких условиях реализация системы распознавания препятствий становится первостепенной задачей разработки.

Машинное зрение как нельзя лучше позволит решить данную проблему. Специальные камеры видимого спектра способны в потоковом режиме получать детальное изображение препятствия, которое в дальнейшем может быть передано на обработку с целью распознавания типа препятствия, что в дальнейшем будет использовано для построения маршрута перемещения робота и выбора алгоритма движения, используя который робот будет обходить преграду.

Полезным дополнением к системам машинного зрения, ориентирующимся на использование видимого спектра излучения, может стать использование систем реагирования на длины волн, находящихся за пределами видимого спектра, например, инфракрасного или ультрафиолетового света. В рамках настоящей работы, будет рассматриваться преимущество совместного использования камер видимого спектра и тепловизионных камер для организации системы машинного зрения робота-гексапода.

Инфракрасные датчики и технологии термографии используются во всем мире в самых различных отраслях промышленности для мониторинга непрерывных технологических процессов. Развёртка изображения по длине волны позволяет выявить тонкие спектральные различия, имеющие место при взаимодействии различных волн оптического диапазона с зондируемы-

ми природными и антропогенными объектами [3]. Это может быть полезно, когда необходимо создать робота, в задачи которого входит сбор информации об окружающем пространстве или распознавание живых организмов, излучающих тепло.

Хотя технология машинного зрения с использованием камер открывает большой простор для реализации системы управления гексаподом в плане количества задач, которые могут быть решены с её использованием, такой подход не способен в достаточной степени решить другую основную задачу – определение расстояния до окружающих объектов. Камера способна предоставить распределение цветов изображения, но не его глубину. В таком случае, наиболее простым и понятным в реализации может послужить принцип работы плоскостного инфракрасного дальномера, также известного как ЛИДАР (англ Light Detection and Ranging). Лидар представляет собой инфракрасный дальномер, способный поворачиваться вокруг своей оси на заданный угол, тем самым сканируя местность в одной плоскости.

Испуская по принципу радара на различные углы инфракрасные лучи и измеряя пройденное ими расстояние, лидар позволяет получить карту местности, которая представляет из себя набор точек, нанесённых на плоскость. В дальнейшем эти точки соединяются между собой, предоставляя примерную карту местности вокруг робота, подобной той, что представлена на рисунке 1, которая используется для построения маршрута передвижения.

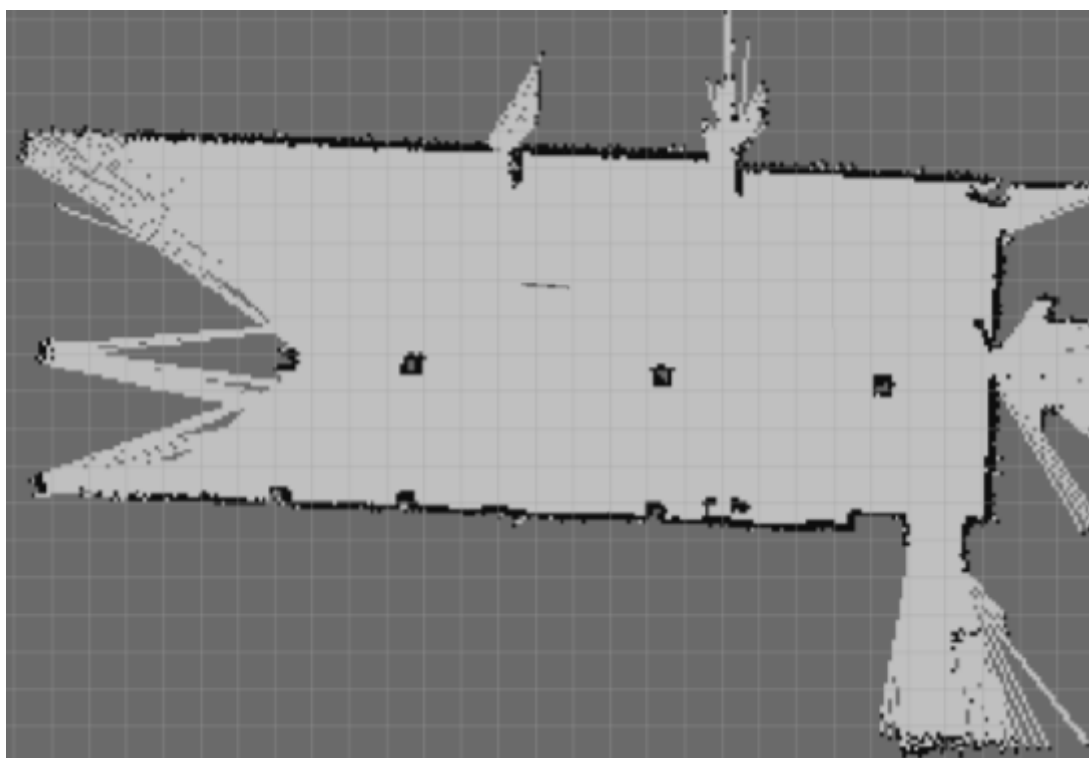


Рисунок 6– Пример построения карты местности лидаром

Подводя итог рассуждениям, следует еще раз отметить перспективность разработки робота-гексапода, оснащенного системой машинного зре-

ния на инфракрасных датчиках. Такой робот будет способен ориентироваться в пространстве, прокладывая маршрут с использованием собственной карты местности и выбирать способ передвижения в зависимости от распознаваемых им объектов. Активное развитие робототехники в данном направлении поспособствует коренным изменениям в технологии разведки и удалённого анализа исследуемых объектов и явлений.

#### Библиографический список

1. Афанасьев О.А., Гендель В.С., Зимин А.В. Шагающие машины // Теория Механизмов и Машин. 2005. №1. Том 3
2. Дятлов Е.И. Машинное зрение (аналитический обзор) // Математические машины и системы. Киев: 2013. С. 32-40.
3. А.Н.Виноградов, В.В.Егоров, А.П.Калинин и др., Комплексный анализ изображений по данным видео, гиперспектрального, уф-с и тепловизионного каналов // Системные аспекты использования и аппаратное обеспечение систем технического зрения. М: Техническое зрение, 2014. С. 22-31.

УДК 004.04

### **ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ХРАНЕНИЯ ДАННЫХ В ОРГАНИЗАЦИЯХ С ВЫСОКИМ УРОВНЕМ КОНФИДЕНЦИАЛЬНОСТИ ИНФОРМАЦИИ**

**Ефимчик А.А., Губанов К.Н.**

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

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

В статье рассматривается разработка программного обеспечения, ориентированного на сбор данных с последующим анализом. Продемонстрирована схема потоков данных и блок-схема программного обеспечения.

Ключевые слова: сбор данных, анализ данных, автоматизация, анализ дефектов.

В век информационных технологий оптимизация бизнес-процессов является одной из самой востребованной сфер на рынке ИТ - индустрии. С каждым годом разработки, ориентированные на оптимизацию и улучшение качества человеческого труда, становятся всё более востребованными, поэтому следует организовать систему, не только обеспечивающую необходимый уровень качества обработки информации, но и максимально эффективную по ресурсам для бизнеса, первостепенным упором которой является интуитивно понятное взаимодействие с конечным пользователем.



Большое количество предприятий при организации структуры данных и работе с ними использует методологии, которые в первую очередь нацелены на работу с человеком. Данный подход при организации труда сильно подвержен влиянию человеческого фактора, который часто является причиной неточностей при выполнении бизнес-функций. Разработанный программный продукт обеспечивает автоматизацию в области процедур технологической разработки сырья путем ускорения анализа получаемого брака в производстве [1].

Автоматизация процедуры анализа дефектов достигается рядом следующих функций:

- Структурированное хранение и построение отчетов по информации в хранилище;

- Анализ добавляемых дефектов при производстве;

- Построение статистик по известным случаям брака.

Разработанный программный продукт позволяет сэкономить не только денежные, но и временные ресурсы бизнеса, что благоприятно скажется на всей организации.

### Описание работы программного обеспечения

Ниже представлена схема потоков данных программного обеспечения (рисунок 1).

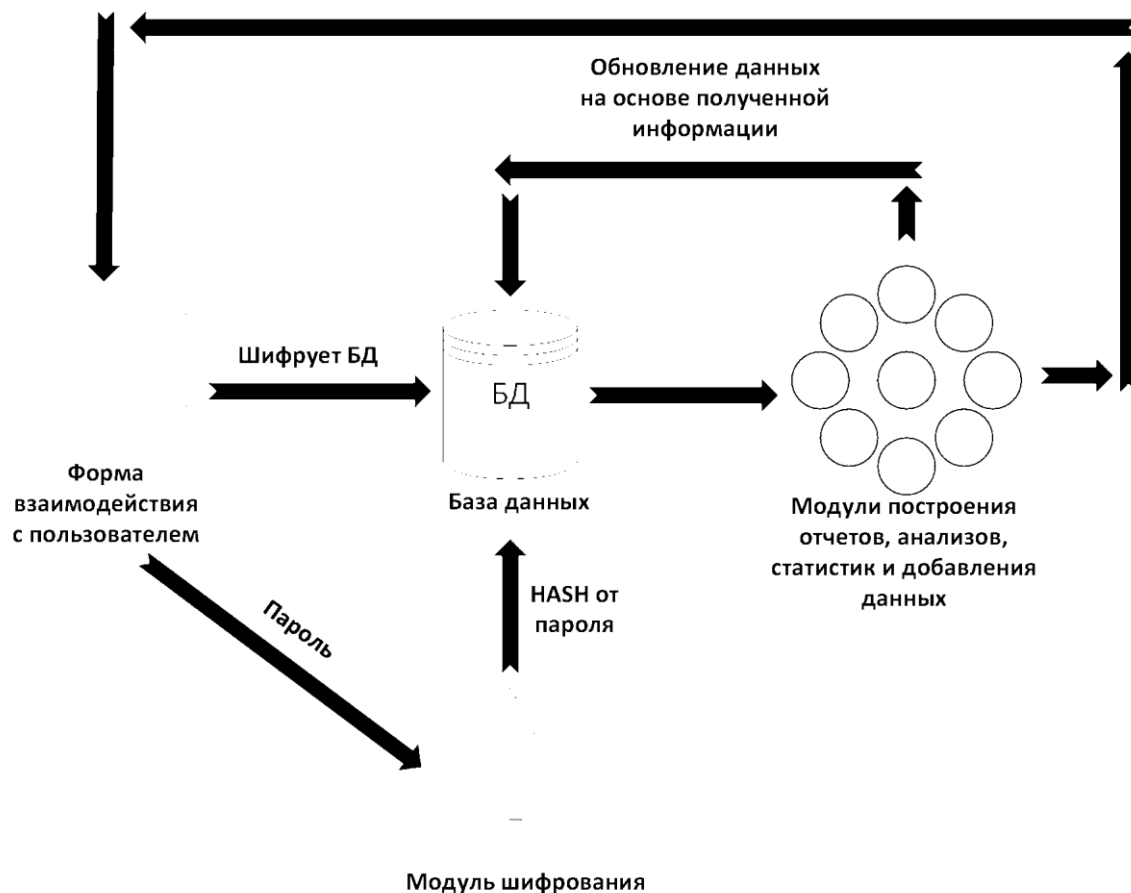


Рисунок 1 - Схема потока данных ПО

Схема потоков описывает перемещение и взаимодействие информации в программном обеспечении. Данная схема демонстрирует одну из ключевых особенностей ПО, которая проявляется в активном взаимодействии программного обеспечения с базой данных, реализованной средствами PostgreSQL.

Описание компонентов схемы:

- «Интерфейс» - форма взаимодействия пользователя с ПО, которая предоставляет информацию для работоспособности системы.

- «БД» - база данных, предназначенная для хранения информации взаимодействия пользователей с ПО.

- «МШ» - модуль шифрования. В данном ПО будет использоваться только для шифрования пароля перед передачей в БД и получения HASH – последовательности перед проверкой на совпадение данных.

- «Модуль построения отчетов, анализов, статистик и добавления данных» - Основной модуль работы ПО, который обеспечивает основной функционал для работы. Предназначен для построения отчетов, анализов, статистик и добавления данных в БД.

После установки программного обеспечения функциональность программы полностью доступна.

Данный программный продукт помогает автоматизировать производство путем анализов, статистик и отчетов по дефектам цилиндрических слитков из алюминиевых сплавов, что повышает скорость выявления причин и применение корректирующих мероприятий для их устранения [2].

Рассмотрим, приведенную на рисунке 2, блок-схему работы программного продукта «Информационная система анализа литейных и механических дефектов цилиндрических слитков из алюминиевых сплавов, возникающих на этапах жизненного цикла продукции для их систематизации и анализа».

На блок-схеме выделены следующие модули взаимодействия, отвечающие за корректную работу программного обеспечения:

Алгоритм работы программы

- Пользователь входит в приложение;

- Модуль проверки целостности файлов проводит проверку системы на наличие необходимых файлов и настраивает программу для взаимодействия;

- Модуль соответствия операций пользователя отвечает за маршрутизацию операций в программном обеспечении. Данный модуль устанавливает логическое соответствие элементов управления на форме с операциями;

- Модуль модификации данных отвечает за логическое соответствие отображаемой на форме взаимодействия информации и базе данных;

- Модули построения анализов, статистик и отчетов отвечают за отбор и просчет соответствующих данных для дальнейшей обработки в модуле визуализации;

- Модуль корректности данных отвечает за соответствие получаемой на вход информации относительно параметрам безопасности визуализации и записи в хранилище;

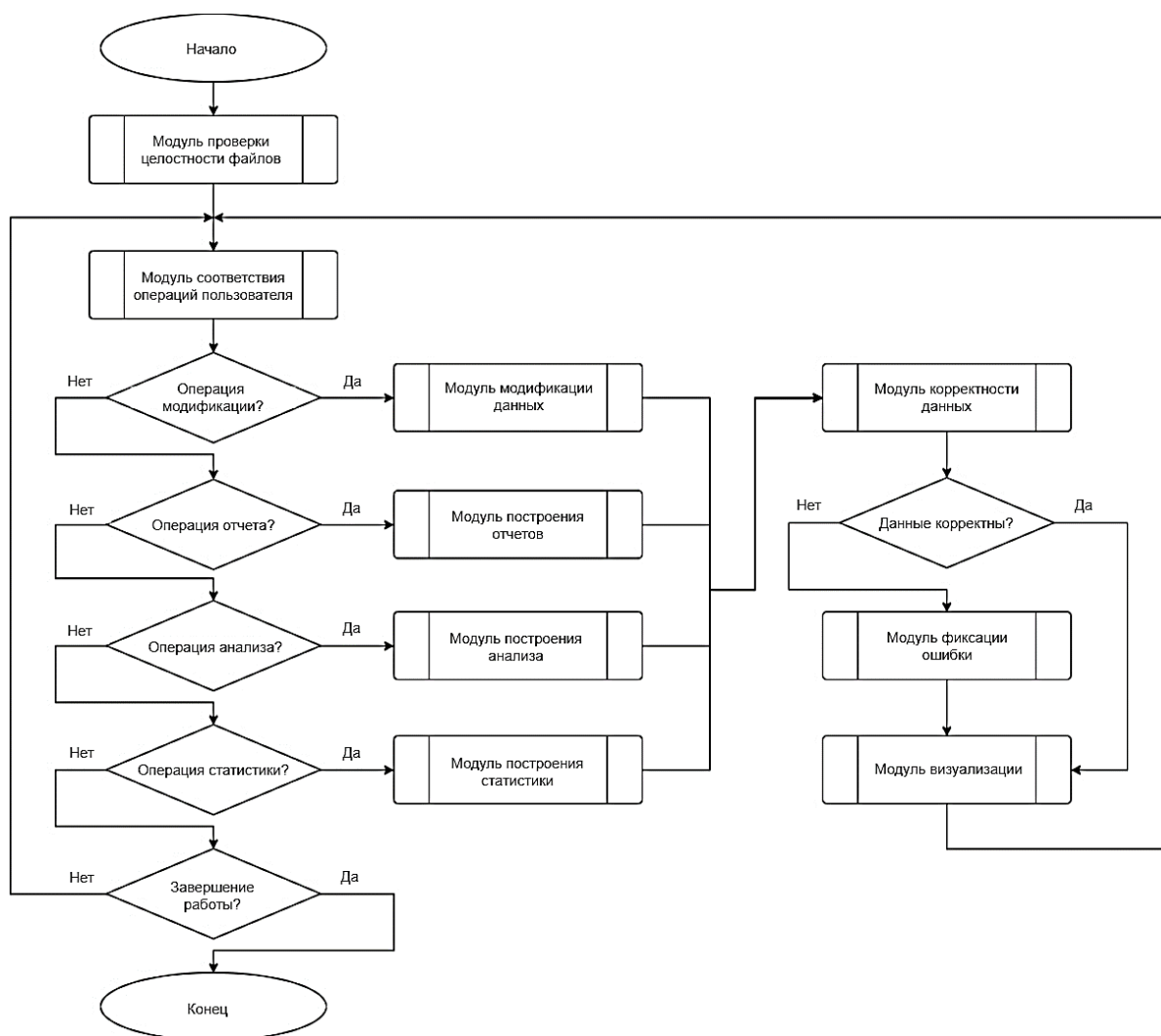


Рисунок 2 – Блок-схема работы программного обеспечения

- Модуль фиксации ошибок отвечает за фиксирование ошибок в хранилище;

- Модуль визуализации данных отвечает за отображение информации, передаваемой в текущий модуль;

Описание работы модуля проверки целостности файлов.

- Получение данных из локальной директории по заранее зарезервированным путям;

- Проверка полученных данных;

- В случае обнаружения некорректных данных программное обеспечение завершает работу с отображением соответствующей ошибки;

Модуль соответствия операций пользователя отвечает за маршрутизацию операций в программном обеспечении. Данный модуль устанавливает логическое соответствие элементов управления на форме с операциями. Список доступных операций: базовые CRUD операции над позициями, построение отчетов, построение статистики, построение анализов [3].

Модуль модификации данных представляет реализацию базовых опе-

раций CRUD с привязкой к базе данных.

Модули построения отчетов, анализов и статистик работают по одному общему обобщенному алгоритму. После получения запроса от пользователя в базу данных отправляется запрос на получение необходимой информации. После удачного получения необходимой информации полученные данные проходят ряд фильтрующих подопераций и функций преобразования. Результат работы данных функций отправляется пользователю.

Перед отображением информации пользователю, необходимо убедиться в её корректности. Модуль корректности информации отвечает за проверку данных, которую получает пользователь. В данном модуле собраны основные функции валидности информации. При выявлении ошибок валидности модуль фиксации ошибок записывает описание полученной ошибки в хранилище и отправляет данные в модуль визуализации. Модуль визуализации в любом случае получает информацию, но результат отображения может измениться модулем фиксации ошибок.

Результатом проведенной работы является программное обеспечение, которое обеспечивает значительную автоматизацию бизнес-процесса и исключается риск человеческого фактора, который ранее, при ошибке в результате работы методом ручного анализа, не только требовал большого количества времени, но и мог привести к ошибочным следствиям неточного анализа [4]. Структура программного обеспечения предоставляет все возможности беспрепятственного взаимодействия для пользователей с любым уровнем владения компьютерной техникой. Интерфейс взаимодействия с программным продуктом разработан таким образом, чтобы понимание было интуитивно понятным для рядового пользователя [5]. В реализации продукта соблюдена компоновка модулей взаимодействия, дающая возможность беспрепятственного интегрирования новых возможностей и оптимизации существующего кода.

Разработка информационных продуктов в сфере автоматизации бизнес-процессов вносит вклад не только в развитие современного бизнеса, но в общие подходы автоматизации процедур, существующих в двадцать первом веке.

#### Библиографический список

1. Норман Дрейпер, Гарри Смит Прикладной регрессионный анализ. Множественная регрессия. - 3-е изд. - М.: «Диалектика», 2007. - 912 с. - ISBN 0-471-17082-8.
2. Глинский В. В., Ионин В. Г Статистический анализ. - М.: Инфра-М, 2002. - 241 с. - ISBN 5-16-001293-1.
3. Томас Х. Кормен, Чарльз И. Лейзерсон, Рональд Л. Ривест, Клиффорд Штайн Алгоритмы: построение и анализ. - 3-е изд. - М.: «Вильямс», 2013. - 1328 с. – ISBN 978-5-8459-1794-2.
4. Дейт К. Дж. Введение в системы баз данных. - 8-е изд. - М.: «Вильямс», 2006. - 1328 с. - ISBN 0-321-19784-4.

5. Когаловский М. Р. Перспективные технологии информационных систем. - 8-е изд. - М.: ДМК Пресс, 2003. - 288 с.

УДК 004.91

## **ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ ИНФОРМАЦИОННОГО ИНТЕРНЕТ-ПОРТАЛА О КУРОРТЕ «ШЕРЕГЕШ И ГОРА ЗЕЛЕНАЯ»**

**Катохина Е.М.**

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

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк, e-mail: ivt-17\_katochina\_em@do.sibsiu.ru*

Статья посвящена особенностям разработки Интернет-портала о курорте в Шерегеше «Гора Зеленая». Интернет-портал курорта в Шерегеше «Гора Зеленая» дает возможность узнавать различную информацию о курорте: новости, проведения мероприятия, бронирование номеров в пунктах проживания (отели, гостиницы), проведения экскурсий, пунктах питания (рестораны, кафе), погода на самой горе и других развлечений. Все это пользователь сможет найти и узнать на данном Интернет-портале.

Ключевые слова: Интернет-портал, проектная деятельность, курорт в Шерегеше «Гора Зеленая».

Современные информационные технологии облегчают нашу жизнь во многих сферах, например, могут облегчить поиск нужной информации. И именно поэтому в рамках дисциплины «Проектная деятельность» была выбрана тема проекта: «Разработка Интернет-портала в Шерегеше «Гора Зеленая»». В данном проекте будет создан источник информации, который будет служить любому пользователю как удобный и надежный помощник в поисках нужной ему информации.

Целью проекта является поиск нужной информации, имеющая различные темы для любого пожелания пользователя, связанные с данным курортом.

Актуальность проекта состоит в том, что курорт в Шерегеше «Гора Зеленая» славится своими горнолыжными трассами. Трассы обладают разной степенью сложности и подойдут как для горнолыжников-новичков, так и для профессионалов.

Горнолыжный курорт популярен не только в Кемеровской области, но и во всей Сибири и России.

На данный момент была выполнена начальная разработка Интернет-портала. На веб-странице Интернет-портала реализован следующий функционал для пользователя: погода, фотогалерея, расписание и стоимость подъемников, пункты проживания и их бронирование, пресс службы заведений, карта горы, источники питания, мероприятия, история основания горы.

При работе пользователя с Интернет-порталом о курорте в Шерегеше «Гора Зеленая» информация осуществляется в соответствии со схемой, представленной на рисунке 1.



Рисунок 1 - Схема информационного потока

Поток данных характеризует движение информации от источников информации к приёмникам с ее постоянным преобразованием. На данной схеме пользователь Интернет-портала посылает входной сигнал на поиск интересующей информации. Далее пользователь проверяет и определяет нужную для себя информацию. Информация представлена в нескольких модулях.

- Модуль ввода интересующей информации, в котором пользователь вводит запрос нужной ему информации;

- Модуль полученной информации, в котором пользователь производит поиск более конкретной информации в рамках запроса;

- Модуль достоверной информации, в котором пользователь после поиска нужной информации проверяет ее на достоверность;

Модуль конечной полученной информации, в которой пользователь после поиска нужной информации, пользуется ей в своих личных целях.

Особенности разработки Интернет-портала состоят в том, что интернет-портал будет обладать актуальной, интересной и полезной информацией о курорте. Интернет-портал представляет собой организационно-информационную структуру, обеспечивающую упорядочение, хранение, поиск и доступ к информации для посетителей курорта.

Интернет-портал должен обладать следующими особенностями:

- удобным для администраторов системой управления структурой;
- для пользователей должна быть также реализована возможность распечатать любую страницу сайта;

- для посетителей сайта должен быть создан раздел обратной связи, в которой пользователи могли бы задавать интересующие их вопросы и получать на них ответы в кратчайшие сроки;

- сайт должен быть разработан с максимальной простотой использования пользователями и интересным дизайном;

- на сайте можно будет осуществлять бронирование номеров в гостиницах и отелях, бронь столиков в рестораны, кафе и клубы, заказывать билеты на мероприятия и др.

- и также на сайте можно будет размещать рекламу о мероприятиях, гостиницах, отелях, ресторанах, кафе, клубов, развлечений и все то, что пожелает заказчик для продвижения своего программного продукта.

Для реализации Интернет-портала использовался язык CSS, предназначенный для оформления внешнего вида веб-страницы интернет-портала, написанного с помощью языка разметки HTML.

Результатом работы стал Интернет-портал о курорте в Шерегеше «Гора Зеленая», позволяющий пользователю найти любую интересующую информацию, которую можно использовать и в личных интересах для полноценного отдыха на курорте.

На рисунке 2 представлен макет Интернет-портала, который впоследствии возможно будет изменён.



Рисунок 2 – «Макет Интернет-портала»

Веб-страница Интернет-портала имеет доступный интерфейс, удобный в использовании и позволяет найти все, что нужно по определенному запросу пользователя.

#### Библиографический список

1. Гора Зеленая. [Электронный источник]. Режим доступа: <https://www.sibalt.ru/info-sheregesh-gornaya-shoria/534-gora-zelenaya>, свободный.

## **ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ АЛГОРИТМА ТОРГОВЫХ ПРЕДЛОЖЕНИЙ КЛИЕНТУ ИНТЕРНЕТ-МАГАЗИНА**

**Чупин А.В., Малосай А.К., Миловец Я.А.**

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

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

В данной статье рассмотрены преимущества персонализированного подхода к ведению продаж через интернет-магазины, а также особенности его реализации с указанием достоинств и недостатков разных алгоритмов.

Ключевые слова: интернет-продажи, персонализация торговли, подбор товаров, алгоритм рекомендации.

По оценкам специалистов, наиболее эффективной стратегией ведения интернет-продаж является их персонализация. Степень эффективности данного подхода будет варьироваться в зависимости от типа предлагаемого товара, однако, процент продаж, приходящийся на рекомендованные товары, будет неизменно расти.

Информация о том, какие товары нравятся клиенту, может быть получена либо явно, через непосредственную оценку товара пользователем, либо неявно, то есть методом косвенного анализа действий, совершаемых пользователем на страницах товаров. Достаточно часто данные методы используются совместно, дополняя друг друга.

Зачастую, посещение интернет-магазина начинается с карточки товара (в том случае, если клиент, например, перешёл на сайт из поиска или контекстной рекламы). В таком случае карточка товара не всегда содержит именно ту его модификацию, которую искал клиент. Чтобы повысить конверсию рекомендуем добавлять в карточку товара информацию о похожих товарах. Для автоматизации подбора похожих товаров используются алгоритмы, назначающие набор товаров автоматически, исходя из характеристик товаров и их цены, а также активности спроса на категорию товара. При этом для эффективной работы данной системы рекомендации в каталоге могут присутствовать выбывшие из продажи товары – так они формируют более широкую сеть похожих товаров [1]

Множество алгоритмов, используемых для выдачи рекомендаций, может быть разделено на основные группы: Summary-based (неперсональные), Content-based (модели, основанные на описании товара), Collaborative Filtering (коллаборативная фильтрация).

Неперсональные рекомендации являются самыми простыми в реализации, поскольку они учитывают предпочтения не одного конкретного пользователя, а всех пользователей в целом; таким образом, товары, выдаваемые



пользователям, определяются средним рейтингом товара. Главной проблемой данного подхода является возможность возникновения ситуации, когда информация, необходимая для работы системы, ещё не накоплена. В этом случае, рейтинг товара корректируется путём расчёта интервала достоверности и вывода в качестве рейтинга его нижней границы.

Алгоритмы, основанные на описании товара, сравнивают его с интересами пользователя, полученными из его предыдущих оценок. Основной сферой применения данного подхода является рекомендация товаров, обладающих неструктурированным описанием, например, книг, фильмов, статей и т.д. Из описания товара формируется вектор в пространстве слов; по мере приобретения пользователем товаров происходит суммирование и нормализация их векторного представления, в результате чего образуется вектор интересов пользователя. Для выбора рекомендуемых товаров производится сравнение векторных представлений товаров с вектором интересов с последующим выбором наиболее близких из них.

Коллаборативная фильтрация основывается на выделении групп похожих объектов и подразделяется на два основных подхода, различающихся тем, для каких объектов ищется соответствие [2, с. 30].

Первый вариант коллаборативной фильтрации основывается на выделении группы похожих пользователей по какому-либо признаку, например, одинаковым предпочтениям в выборе товара определённой категории, и рекомендациях на основе их интересов. Для определения схожести пользователей можно использовать определение корреляции их интересов одним из следующих способов:

1. Корреляция Пирсона – классический коэффициент, который вполне применим и при сравнении векторов [2, с. 606].

$$w_{i,j} = \frac{\sum_a (r_{i,a} - \bar{r}_a) (r_{j,a} - \bar{r}_a)}{\sqrt{\sum_a (r_{i,a} - \bar{r}_a)^2} \sqrt{\sum_a (r_{j,a} - \bar{r}_a)^2}},$$

где  $r_{i,\alpha}$  – оценка, выставленная пользователем  $i$  товару  $\alpha$ ,

$r_{j,\alpha}$  – оценка, выставленная пользователем  $j$  товару  $\alpha$ ,

$\bar{r}_\alpha$  – средняя оценка товара  $\alpha$ .

Основной его минус – когда пересечение по оценкам низкое, возможно случайное возникновение высокой корреляции.

2. Корреляция Спирмана, основное отличие которой заключается в том, что оценка корреляции производится не по самим значениям, а по их рангам. В целом, данный способ дает результат очень близкий к корреляции Пирсона, хотя возможно возникновение отклонений [3, с. 627].

$$\rho = 1 - \frac{6 \sum d_i^2}{n(n^2 - 1)}$$

где  $d_i^2$  – разность квадратов рангов,  
 $n$  – число парных наблюдений.

### 3. Косинусное расстояние

$$\text{similarity} = \cos(\theta) = \frac{\mathbf{A} \cdot \mathbf{B}}{\|\mathbf{A}\| \|\mathbf{B}\|} = \frac{\sum_{i=1}^n A_i B_i}{\sqrt{\sum_{i=1}^n A_i^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n B_i^2}};$$

где  $\mathbf{A}$  и  $\mathbf{B}$  – совокупности оценок, поставленных разным товарам двумя пользователями.

Коллаборативный подход получил развитие в виде доверительных рекомендаций, определяющих группу схожих пользователей не только на основе их предпочтений, но и степени доверия между ними, которая может быть установлена на основе анализа их взаимодействия.

Второй вариант коллаборативной фильтрации работает с группами похожих товаров. Оценка близости товаров гораздо более точная, чем оценка близости пользователей. Это прямое следствие того, что пользователей обычно намного больше, чем товаров и, следовательно, стандартная ошибка при расчете корреляции товаров там существенно меньше.

Независимо от того, какой алгоритм рекомендаций был выбран, система должна стремиться к повышению доверия со стороны пользователей; одним из способов достижения данной цели является вывод информации о том, почему данный товар рекомендуется покупателю.

В реализуемом проектной командой, состоящей из авторов данной статьи, проекте интернет-магазина цифровой техники алгоритмы рекомендаций товаров будут использованы на главной странице сайта и в блоке «Популярные товары». В обоих случаях по умолчанию будут использоваться неперсональные алгоритмы рекомендаций; после входа пользователя в систему будет использована коллаборативная фильтрация.

### Библиографический список

1. Маркетинг интернет магазина // Платформа uniSiter URL: <https://unisiter.ru/pages/marketing/> (дата обращения: 28.03.2020).
2. Новиков О.В. Методы ускорения работы рекомендательных систем для высоконагруженных веб-сайтов // ПРИКЛАДНАЯ ИНФОРМАТИКА. – 2013. – №5 (47).
3. Кобзарь А.И. Прикладная математическая статистика. Для инженеров и научных работников. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. – 816 с. – ISBN 5-9221-0707-0.

## **ПРИНЦИПЫ РАЗРАБОТКИ ИНТЕРНЕТ-МАГАЗИНА «BEAUTY&CARE»**

**Мерц М.В., Медведева Е.Д.**

**Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Пермякова Е.П.,  
канд. техн. наук, доцент Бабичева Н.Б.**

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

Данная статья посвящена разработке web-сайта для интернет-магазина по продаже товаров косметики, а также некоторых видов аксессуаров, с использованием языков разметки HTML, CSS, JavaScript и др. Рассмотрены основные принципы проектирования интернет-магазина, на основе которых строится общая система данного сервиса. На данный момент проектной группой был создан прототип такой информационной системы.

Ключевые слова: интернет-магазин, язык программирования, web-программирование, проектная деятельность, веб-дизайн, цифровые витрины.

С начала 21 века сеть Интернет начала стремительно развиваться и распространяться по всему миру, создавая, а также применяя новейшие технологии. Тем самым формируя некие удобства для потребителей и производителей в сфере маркетинга. Таким образом, интернет-магазины позволяют совершать покупки, не выходя из дома, что значительно экономит время для покупателей. Ведь ключевым моментом является тот факт, что деятельность интернет-магазинов в первую очередь направлена на удовлетворение потребностей пользователей (физических лиц) в получении благ, товаров, услуг [1, С. 109].

В настоящий момент существует уже большое количество различных онлайн-магазинов, и каждый производитель старается перейти на интернет площадку, чтобы обеспечить удобство для покупателей и увеличить число потребителей. Это и является одной из главных причин разработки такой информационной системы, как интернет магазин, так как значительно сокращает некоторые взаимодействия, связанные с электронными продажами. Именно поэтому в рамках изучения дисциплины «Проектная деятельность» была выбрана тема «Принципы разработки интернет-магазина «beauty&care»».

Интернет-магазины содержит целый перечень достоинств по сравнению с обычными магазинами, а именно:

- анонимность;
- экономия времени;
- огромный ассортимент;
- большая клиентская база;

- удалённый доступ к рабочему месту;
- покупатель точно знает о наличии товара;
- возможность увидеть весь ассортимент за несколько минут.

Разработка интернет-магазина осуществляется в 8 основных этапов, которые представлены на рисунке 1.



Рисунок 1 – Основные этапы разработки интернет-магазина

На рисунке изображены следующие этапы:

- **Проектирование.** Это этап, где происходит начальное продумывание всей конструкции сайта, создаются макеты, а также является фундаментом интернет-магазина.

- **Создание дизайна.** Данный этап представляет собой создание дизайна для будущего web-сервиса. Этот этап является важным, так как сайт должен быть понятным, удобным в использовании, а также с приятным визуалом, так как это влияет на поведение потребителя, чем комфортнее ему в интернет-магазине, тем больше вероятности, что он останется на данном для изучения информации.

- **Интеграция дизайна и разработка.** На данном этапе происходит непосредственно само программирование и вёрстка будущего интернет-магазина.

- **Наполнение контентом.** Данный этап предполагает заполнение онлайн-магазина существующей продукцией и информации о ней.

- **Тестирование и отладка.** Такой этап предназначен для проверки web-сервиса на всевозможные ошибки, неправильную загрузку страниц и контента и тд.

- **Настройка сервера.** На данной этапе осуществляется поиск серверных платформ.

- **Перенос проекта на живой сервер.** Здесь предполагается поиск домена для интернет-магазина, а также регистрация сервиса в сети Интернет.

- **Запуск.** На этом этапе интернет-магазин начинает свою работу как полноценная информационная система в сети Интернет.

Наша проектная группа сделала интернет-магазин «BEAUTY&CARE», представленный на рисунке 2.

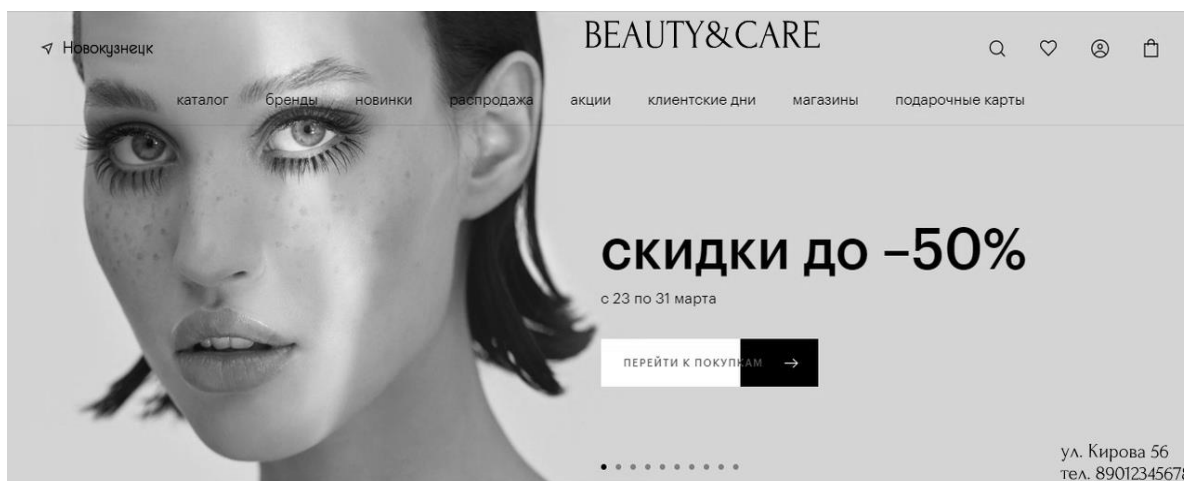


Рисунок 2 – Интерфейс интернет-магазина «BEAUTY&CARE»

На сайте можно увидеть следующие вкладки:

- Каталог – в этом разделе можно открыть меню, в котором будут перечислены пункты, как: косметика для глаз, косметика для губ, косметика для лица, аксессуары, средства для волос и так далее.
- Бренды – здесь можно найти названия нужного бренда;
- Новинки – в данном разделе отражаются новые продукты;
- Распродажа – в данном разделе выставлены продукты, которые можно приобрести по скидке;
- Акции – в этом разделе представленные продукты, на которые действует акция;
- Магазины – в этом разделе можно найти адреса наших магазинов;
- Подарочные карты – здесь можно приобрести подарочные карты на необходимую сумму.

Также в интернет-магазине присутствует поиск нужных продуктов, брендов и так далее. Чтобы заказать необходимые товары, нужно зарегистрироваться или войти с помощью таких социальных сетей, как: ВКонтакте, Facebook, Twitter. В личном кабинете будут храниться понравившиеся товары, прошлые покупки.

Также есть онлайн-связь с администратором через сайт, если появится проблема с заказом или появится вопрос по поводу продукции магазина.

При работе с интернет-магазином beauty&care происходит множество различных процессов и взаимодействий, таких как регистрация личного аккаунта (личный кабинет), просмотр продукции и различных акций, добавление выбранных товаров в корзину, написание отзывов, связь с администратором и тд. Одним из самых сложных процессов данного web-сервиса является оформление заказа. При осуществлении такого процесса информация передаётся в соответствии со схемой, представленной на рисунке 3.



Рисунок 3 – Схема информационных потоков при оформлении заказа

Сначала клиент выбирает нужный товар, затем отправляет его в корзину, где он будет храниться до оформления заказа. После того, как клиент оформил заказ и произвёл оплату, начинается непосредственно сама обработка данного заказа. Здесь происходят следующие процессы: проверка и контроль оплаты, проверка способа доставки, получение данных клиента (ФИО клиента, адрес клиента). Вся полученная информация отправляется на склад, где начинается сборка данного заказа, во время чего вся доступная информация предоставляется клиенту в его личном кабинете в разделе «Мои заказы», чтобы клиент мог проверять текущие данные по его заказу. После сборки всей продукции, заказ отправляют на указанный клиентом адрес в зависимости от выбора способа доставки. Конечным этапом является получение заказа клиентом в целости и в полном объёме, без всяких нареканий.

Благодаря разработке данного интернет-магазина, компания в сети Интернет сможет продавать и продвигать свои товары, снизить отток издержек на рекламу, получить дополнительный рынок сбыта, расширить целевую аудиторию и, что самое главное, увеличить прибыль. Интернет-магазин сделан в простом и понятном стиле, в связи с чем интерфейс не вызывает особых трудностей в освоении работы с сайтом. В результате разработки проекта были приобретены новые навыки в разработке интернет-магазинов и проектировки интерфейсов, а также использования системы управления содержимым сайта.

#### Библиографический список

1. Сенченко Е. В. Развитие торгового сегмента в рамках интернетизации (на примере торговой деятельности в социальных сетях «ВКонтакте» и «Одноклассники») // Бизнес. Образование. Право. Вестник Волгоградского института бизнеса. 2014. № 4 (29). С. 107—110.

## **ВЛИЯНИЕ ВИДЕОИГР НА ПСИХОФИЗИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ЧЕЛОВЕКА**

**Тырышкин Н.Д., Пензин К.Д., Хлуднев А.С.**

**Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Бабичева Н.Б.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк, e-mail: Tyryshkin\_99@mail.ru*

Статья посвящена исследованию влияния видеоигр на психофизическое состояние человека. Рассматривается специфика разработки приложений, для снятия стресса, на платформе РС, исследуются методы, инструменты и сервисы для решения соответствующей цели.

Ключевые слова: разработка приложений, влияние видеоигр, методы напряжения, психофизическое состояние.

Современный рынок приложений для компьютеров активно развивается, но при этом наиболее динамичной сферой разработки программного обеспечения является геймдев – разработка игр для различных платформ: персональных компьютеров, мобильных устройств, веб-площадок и т.д. Но помимо чисто развлекательной функции игровые приложения могут помочь пользователю в процессе игры снять стресс и расслабиться. В качестве основной цели нашего проекта стоит разработка игры в жанре RPG для персонального компьютера. Визуальная часть приложения разработана в графическом редакторе Piskel, программная часть построена с помощью Unity3D. Игровой процесс направлен на снятие психофизического напряжения у пользователя [1].

Разработка любого компьютерного игрового приложения идет следующим образом: формирование идеи приложения, проработка игровых сценариев и сценариев взаимодействия приложения с пользователем, механик, игрового баланса, разработка музыки, артов и графической составляющей, программирование игровых взаимодействий, тестирование получившегося продукта [2].

Основной идеей сюжета является расследование главным героем череды загадочных событий в городе Рондол. В процессе прохождения пользователя по сценарию игры, последний столкнется с последствиями влияния неизвестного вируса на жителей города. Иными словами, разворачиваться все действия данной истории будут вокруг приключений безымянного героя в безжалостном постапокалиптическом мире, где люди вынуждены бороться за выживание. Ему предстоит пройти через многие испытания, в попытке разгадать секрет происхождения вируса, заставляющего людей превращаться в ужасных чудовищ. Кроме того, по ходу истории игроку придется совершить несколько непростых выборов, влияющих на дальнейшие события.

Механика всего игрового продукта построена на основе жанра RPG с

элементами hack&slash.

Используя различные методы, которые описаны ниже, приложение будет помогать пользователю, снимать психофизическое напряжение по мере исследования его мрачного мира. Для реализации этих потребностей в игру добавлены элементы сюжетного повествования. В конечном итоге, командой разработчиков было решено выстроить механику игры следующим образом:

Событийная линия будет развиваться путём диалогов персонажей и мыслями главного героя, которыми он будет постепенно заполнять его пустой дневник (пример представлен на рисунке 1).

По ходу игры пользователь имеет возможность выбирать элементы развития своего героя. Геймплей же будет представлять собой зачистку локации от волн вражеских мобов (противников), с последующим сбором предметов на ней. После «очистки» локации, персонаж попадает в так называемый «save place» (мирная локация), где он может улучшить навыки, а также прокачать свое оружие и броню. Кроме того, в этом месте он может взять квест от дружественных неигровых персонажей (non-player character, НПС).

Сбор предметов будет осуществляться в инвентарь главного героя. А от комбинации собранных артефактов, будет зависеть стиль и манера прохождения игры.

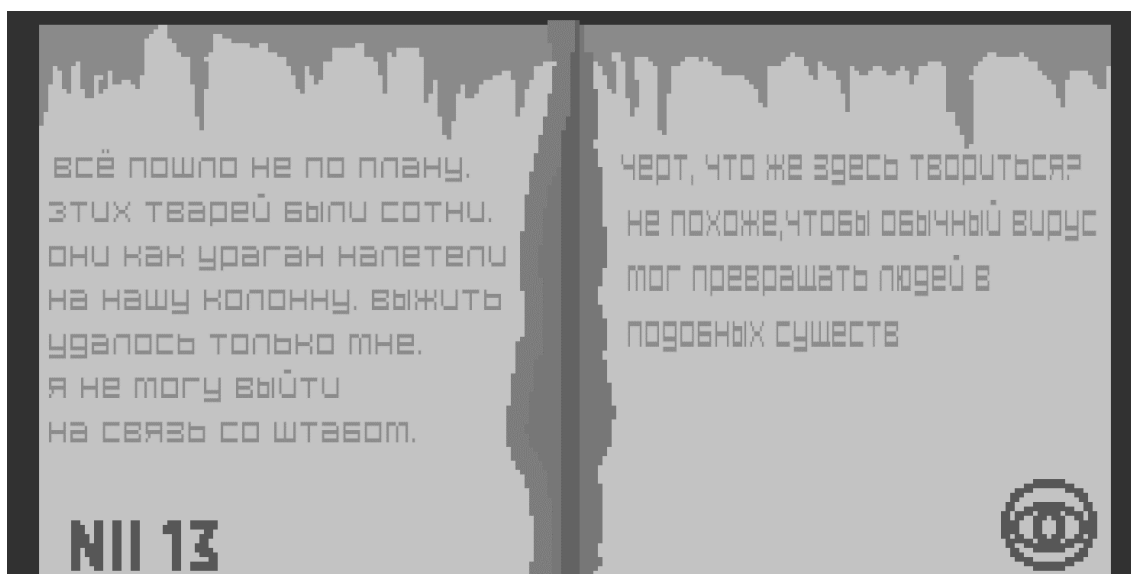


Рисунок 1 – Дневник главного героя

*Сценарий взаимодействия с пользователем.* После запуска игры пользователь попадает в главное меню, откуда он может приступить непосредственно к запуску новой игры, перейти в раздел параметров или выйти из игры. Если человек выбирает «Новая игра», ему демонстрируется начальная заставка и предлагается выбрать один из трех уровней сложности (это происходит, только в случае запуска новой игры).

Схема алгоритма взаимодействия с пользователем представлена на рисунке 2.



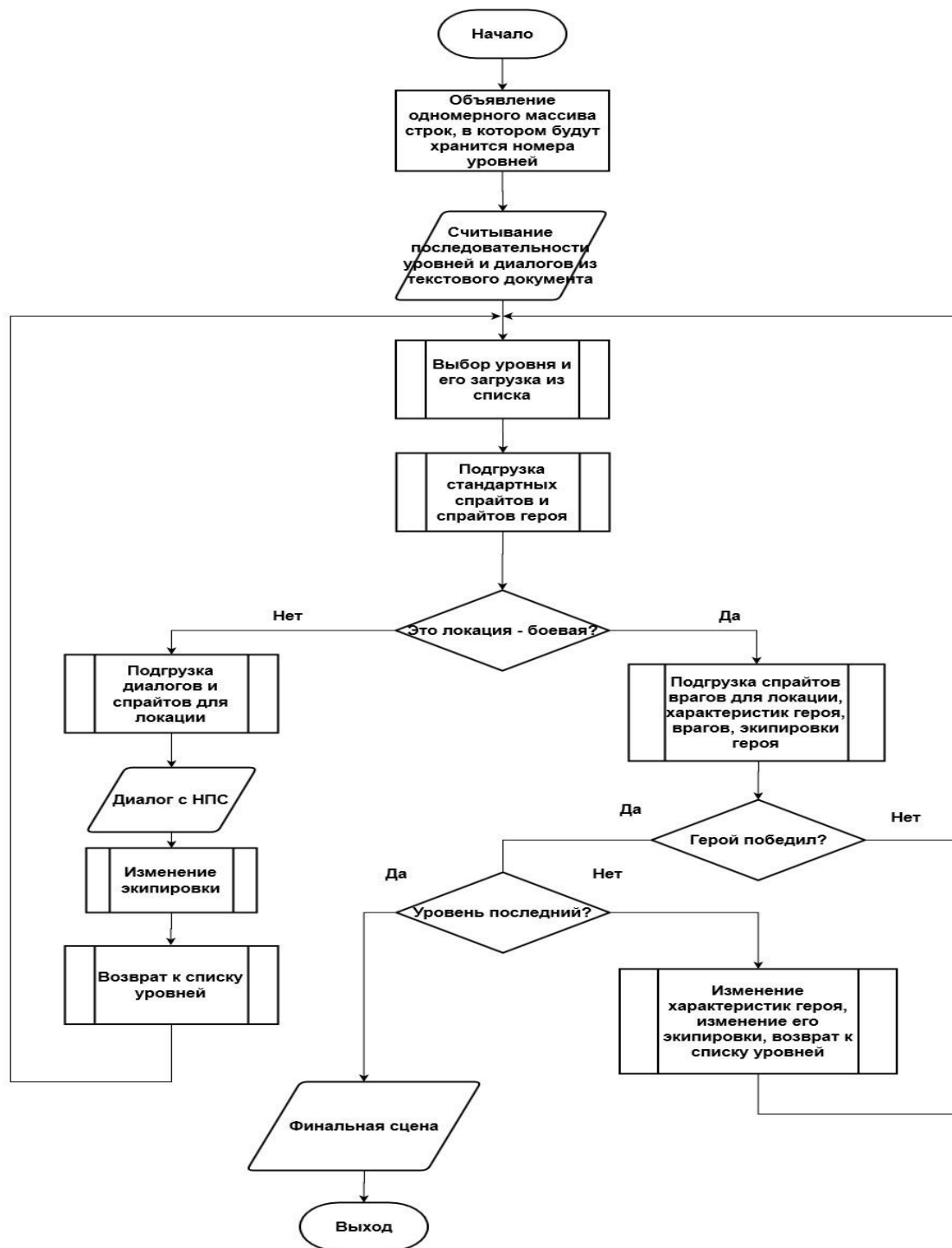


Рисунок 2 - Схема алгоритма взаимодействия с пользователем

Сам процесс прохождения выглядит следующим образом: показывается заставка события, представляющая собой текст, раскрывающий мысли главного героя по поводу происходящего или описание места предстоящего события. После этого происходит либо битва. В конце некоторых важных боев происходит сюжетный выбор главного героя. Далее игрок переходит на мирную локацию, где может модифицировать свое снаряжение и после – снова вступить в сражение, но уже в новом месте с другими противниками,

используя для этого необходимое вооружение и вспомогательные предметы, выбор которых зависит от желаемого стиля игры. Если же монстры одолевают безымянного персонажа, ему предлагается выбрать: переиграть либо выйти в главное меню.

В «мирных местах» кроме прокачки существуют также возможность диалогов с присутствующими там НПС. Как правило, в диалоге предлагается взять квест для следующей локации (если этот квест вспомогательный, то можно отказаться). Иногда во время диалога игроку предстоит сделать выбор, влияющий непосредственно на сюжет игры. Ну или, в конце концов, дружественный герой просто может рассказать что-то, связанное с историей происходящих в мире событий (запись об этом будет добавлена в соответствующий раздел дневника). Комбинация предметов, выбранных в инвентаре, будет влиять на стиль ведения битвы и на характеристики главного героя. В конце игры в зависимости от принятых решений и результатов выполнения квестов показывается одна из концовок.

*Приёмы, используемые в игре, для снятия психофизического напряжения.* Чтобы добиться снятия психофизического напряжения будет создана оригинальная и нелинейная история, содержащая множество различных квестов и концовок, которая отвлечет его от повседневных проблем.

Реализация игры на базе шутера в жанре «Hack&slash», в двухмерном пространстве, с видом сбоку позволит не только обустроить более глубокое погружение в игровой процесс за счет сюжета, но и разнообразить геймплейную составляющую путем исследования множества различных и интересных уровней. Сочетание «динамичных» и «промежуточных» локаций создать периодизацию нагрузки на пользователя, что также хорошо отразится на его ментальном состоянии. Ненавязчивая и красивая двухмерная графика в пиксельном стиле, в совокупности с приятной музыкой будет способствовать как психическому, так и физическому расслаблению за счет сочетания определенных цветовых гамм, звуковых мотивов. А добавление некоторых, знакомых почти каждому, элементов RPG, в частности развития персонажа в нескольких направлениях и крайне легкого управления, удержит заинтересованность на высоком уровне в течение всего прохождения. [3].

#### Библиографический список

1. GameDev (ГеймДев) [Электронный ресурс] // GameDev.ru, URL: <https://gamedev.ru/tags/GameDev> (дата обращения: 29.03.2020).
2. Игровая индустрия: геймдев (gamedev) [Электронный ресурс] // Hsbi.hse.ru, URL: <https://hsbi.hse.ru/articles/igrovaya-industriya-geymdev/> (дата обращения: 29.03.2020).
3. Влияние компьютерных игр на разум человека и его отношение к обществу [Электронный ресурс] // Moluch.ru, URL: <https://moluch.ru/archive/211/51780/> (дата обращения: 29.03.2020).

## **ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ ПЕРЕВОДЧИКА С ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТЬЮ**

**Шевченко Е.Е., Сметанникова Е.Д., Кутуков А.В., Шайдуров С.П.  
Научный руководитель: канд. техн. наук Пермякова Е.П.**

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

Проект направлен на реализацию приложения автоматического перевода текста с дополненной реальностью – TransLang, которое позволит при наведении камеры на текст перевести его.

Ключевые слова: программа, приложение, интерфейс, перевод, распознавание.

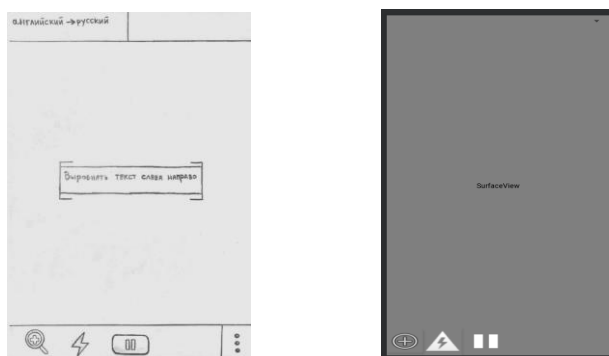
Многие современные профессии требуют хотя бы неглубоких знаний иностранных языков. И это, не говоря уже о том, как значимо обладать навыками общения на известном иностранном языке в учёбе или при продвижении по карьерной лестнице. Именно для этих целей и разрабатываются специализированные программы для перевода текста на компьютер. С их помощью нелегко добиться идеального перевода даже простого текста, но для понимания его смысла они вполне подойдут.

Приложение, которое разрабатывает наша проектная группа, позволит при наведении камеры мобильного телефона на текст, перевести его. TransLang - приложение с дополненной реальностью для автоматического перевода. Уникальность данной программы заключается в том, что в нем используется непроверенный состав модулей, а точнее комбинация программ применяемых для реализации этих модулей. Используются такие программы как PTC Vuforia и библиотека Bing Translator.

При проектировании немаловажную роль имеет пользовательский интерфейс приложения. Его важность заключается в том, что по интерфейсу пользователи, работающие с программой, оценивают ее в целом. Любое мобильное приложение должно быть максимально простым в использовании, даже если у него тонна функций. Для проекта команда разработала эскизный вариант интерфейса (рисунок 1), который является очень простым и легко воспринимается пользователем. А также реализованный интерфейс приложения, представленный на рисунке 2.

На верхней панели располагается кнопка "Выбор языка", при нажатии ее появляется перечень, состоящий из возможных языков. По центру находится ориентир для выравнивания текста. А на нижней панели располагаются следующие элементы, перечисление происходит слева на право. Кнопка "Масштаб" для приближения или отдаления текста, кнопка "Вспышка" для улучшения качества фото и возможности снимать в темное время суток, кнопка "Скриншот" предназначена для фиксации текст, кнопка «Справ-

ка», при нажатии которой пользователь увидит краткую информацию о программе и разработчиках.



а)

б)

а) эскизный интерфейс приложения; б) реализованный интерфейс приложения

Рисунок 1 Интерфейсы приложения

Алгоритм взаимодействия пользователя с приложением представлен на рисунке 3. Модель состояния показывает действия пользователя с запуска работы приложения и действия программы после начала работы.

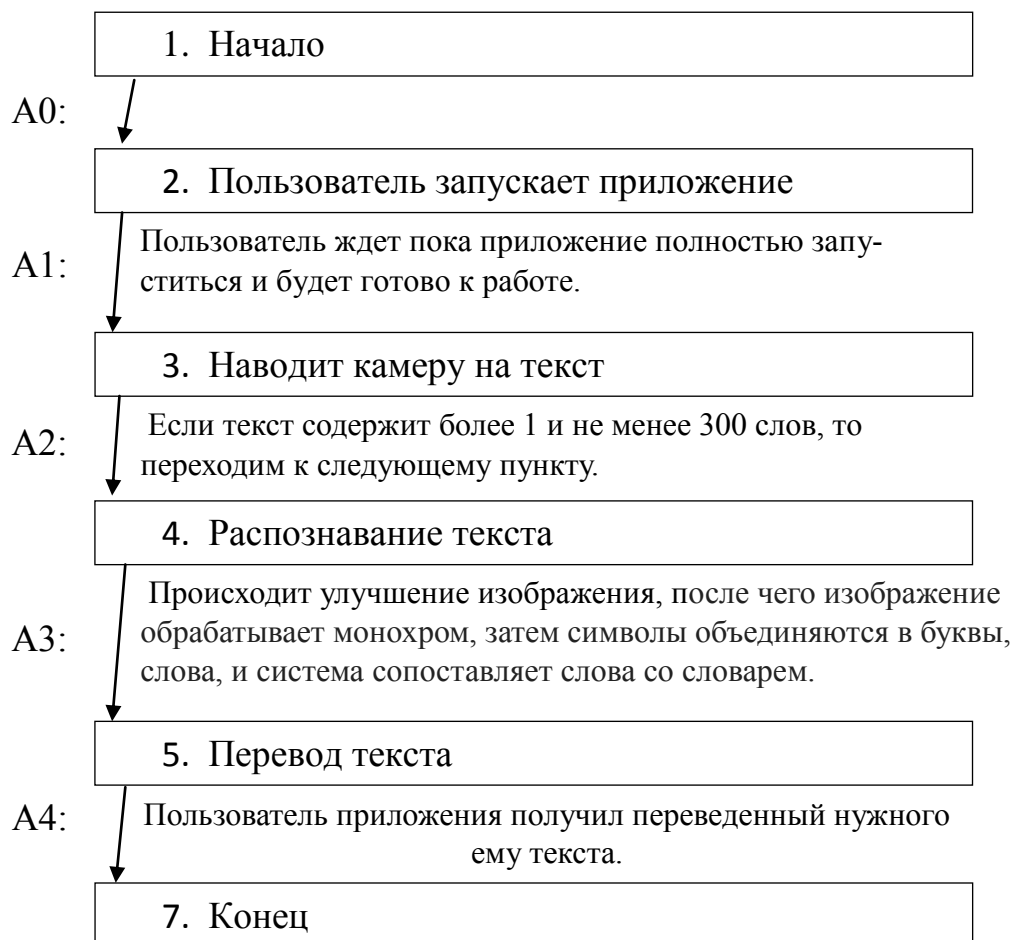


Рисунок 3 – Модель состояния

Рассмотрим подробный алгоритм работы программы, представленный на рисунке 4.

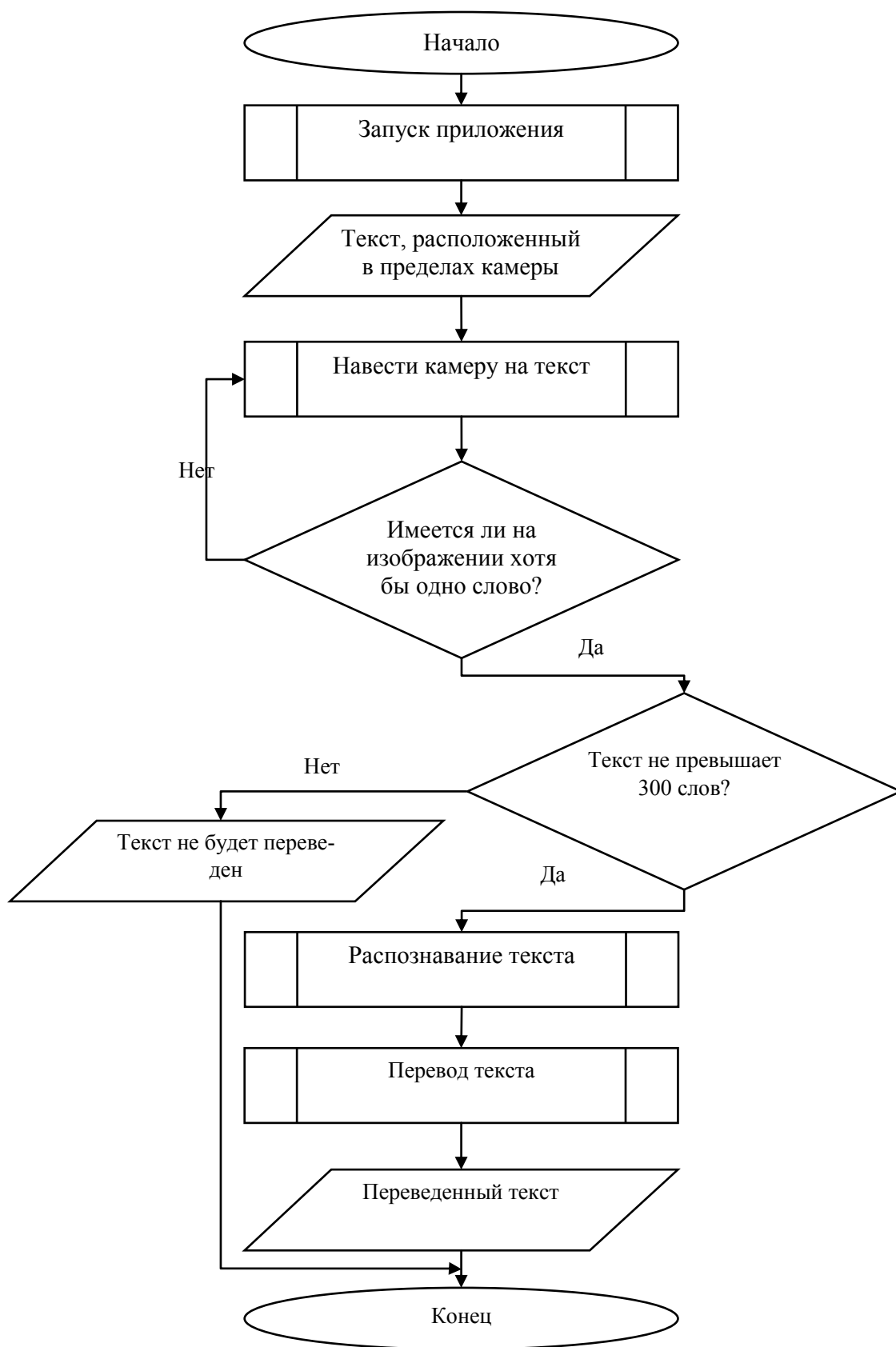


Рисунок 4 – Алгоритм работы приложения

После запуска приложения, программа получает входные данные в виде текста, расположенного в пределах камеры. После чего проверяется, имеется ли на представленном изображении хотя бы одно слово, если «да», то проверяется ещё одно условие, при котором текст не должен превышать 300 слов, в противном случае текст не будет переведён. Затем начинают работу модули распознавания и перевода текста. Для работы модуля распознавания желательно, чтобы поступающее на вход изображение было как можно более высокого качества.

На данный момент проектная группа реализовала приблизительный интерфейс программы в среде разработки Android studio. Именно в этой среде собраны все необходимые инструменты для дальнейшей работы, что обеспечивает комфортные условия на разных этапах разработки приложения. Более того, нам не требуется мобильное устройство. Встроенный Эмулятор Андроид позволяет посмотреть, как работает приложение в нужных для вас условиях.

УДК 622.6

## **ОСОБЕННОСТИ ИГРОФИКАЦИИ ПРОФОРИЕНТАЦИИ В ПРОЕКТЕ «НАЙДИ СВОЙ ПУТЬ»**

**Гейль К.Э.**

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

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

В работе представлена игрофикация проекта в области профориентирования. За основу игровой среды взят жанр визуальная новелла.

Ключевые слова: профориентация, игрофикация, проектная деятельность.

В настоящее время игрофикация широко используется в различных областях, а также активно продвигается в практике образования. Под игрофикацией понимается метод, применяющий игровые технологии и механики в решении задач. Основная идея состоит в повышении мотивации пользователя. Ключевая особенность такого метода заключается в одновременном присутствии образовательного и игрового аспектов, именно такой баланс позволяет обеспечить большую вовлеченность пользователя в образовательный процесс. Необходимость в игрофикации возникла в силу того, что старые мотивационные схемы в эпоху информационных технологий стали менее результативны и привлекательны для обучающихся.

В [1] выделены следующие факторы привлекательности игрофикации для пользователя:

- персональная среда: личный кабинет, сервисы, сетевое портфолио;
- возможность индивидуализации своей траектории развития и обуче-

ния, самостоятельного планирования;

– новое отношение пользователя к образованию, при котором происходит познание через коммуникацию с помощью информационных технологий и самообучение;

– самообучение, где совмещается познание и действие.

Важный элемент игровой среды состоит в способности удержать внимание пользователя на долгое время с помощью игровых приемов. При отсутствии мотивации обучение не будет эффективным, для её повышения необходимо ориентироваться на решение практических задач и получение видимых результатов [2]. Для повышения мотивации используются следующие игровые приемы:

- игровые очки за прохождение уровней;
- разбиение задач на уровни сложности;
- награды за прохождение уровней;
- личные прогресс бары пользователей;
- лидерборды, видные для всех пользователей;
- аватары, представляющие пользователя.

Используя данные атрибуты необходимо сохранить основное внимание на задуманную игрофикацию задачи. Использование игр в решении задач будет продуктивно, если правильно интегрировать их в процесс и не нарушить баланс между игрой и задачей.

Также не менее важный аспект – это дизайн игровой среды. Основной его задачей является визуализация задачи в стиле игры. Дизайн должен быть направлен на пользователя, он должен не нагружать его, а вовлекать в игру.

Игрофикация может помочь не только в усвоении новых знаний, но и в выборе профессии. На данный момент существующие методы профориентации либо представлены в виде тестов, либо требуют очного участия профориентатора и обучающегося. Помочь тем, кто не может лично присутствовать на профориентации, призван проект «Найди свой путь», который в настоящее время реализуется студентами и преподавателями на кафедре прикладных информационных технологий и программирования.

Задача проекта – обеспечить раскрытие потенциала обучающихся в рамках учебной и внеучебной деятельности по объектам, функциям и видам обеспечения деятельности в рамках выбранного направления подготовки. Главной особенностью данного проекта является то, что он реализовывается в виде игровой среды, для того, чтобы мотивировать пользователей пройти его полностью.

Опросник разделён на несколько сюжетных арк. За каждое прохождение арки пользователь получает достижение, продвижение в прогресс баре, но самое главное – это то, что пользователь получает результаты профориентации в реальном режиме времени на текущий момент. Для того чтобы получить более точные результаты, пользователю требуется пройти все сюжетные арки.

В каждой арке пользователь проходит тест для двух противоположных типов:

- В арке «экстраверт и интроверт», определяется ориентация направленности личности на себя или на внешний мир;
- Пройдя арку «ощущение и интуиция», пользователь определит свой способ ориентации в мире: материальная или интуитивная;
- О способе принятий решений: рациональное или эмоциональное, пользователь узнает в арке «мышление и чувство»;
- Арка «суждение и восприятие», позволит определить способ планирования решений: планирование заранее или ориентация по обстоятельствам.

При прохождении пользователем каждой из частей, результат фиксируется. В конечном итоге, по прохождению всех частей, пользователь получит описание своего типа личности.

Еще одной особенностью становится способ подачи информации. В данном проекте, эта проблема решена в виде жанра визуальная новелла. Он прост в освоении и эффективен. Данный жанр игры очень популярен и понятен пользователям.

Ветвление вопросов в ситуациях составлено несколькими способами. Самый простой из вариантов, когда пользователю предоставлен весь спектр вариантов для выбора траектории (рисунок 1).

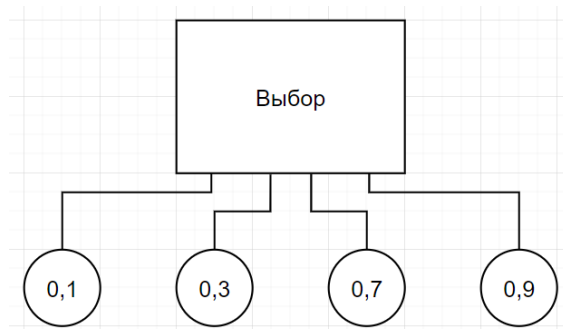


Рисунок 1 – Пример варианта с четырьмя траекториями

Пользователь на каждом этапе может выйти из выбора или снова получить два варианта ответа, в зависимости от выбранного ответа (рисунок 2).

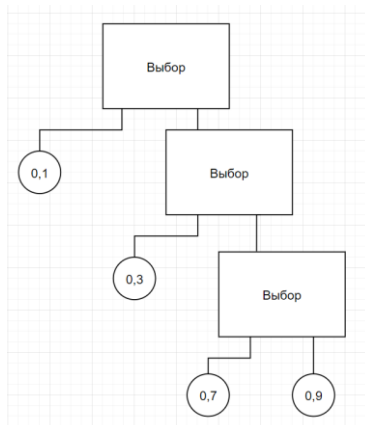


Рисунок 2 - Три последовательных выбора из двух



Последний из вариантов предполагает выбор, в котором будут еще 2 выбора, по такой логике пользователь сразу определяет свое мнение, а потом его конкретизирует.

Разные способы ветвления развития ситуаций необходимы для более логичного описания исхода новеллы, а также, не менее важно, разнообразят процесс, что является одним из соблюдения условий баланса между игрой и задачей.

Жанр визуальная новелла обладает высокой гибкостью, возможность составления нелинейной траектории и разнообразия для пользователя, является наиболее подходящим для достижения цели проекта.

Основной для мотивации пользователей должен стать сюжет самой визуальной новеллы. От качества проработки и глубины проработки сюжета, правильной интерпретации ситуаций должен зависеть успех проекта.

#### Библиографический список

1. Бессмертный А.М., Гаенкова И.В. Игрофикация как образовательная парадигма обучения // Известия ВГПУ, 2016. - №6(110). – С. 15-22.
2. Никитин С.И. Геймификация, игрофикация, игроизация в образовательном процессе // Молодой ученый, 2016 - №9.

УДК 659.11

### **ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ ФИРМЕННОГО СТИЛЯ ДЛЯ ИНТЕРНЕТ-ПОРТАЛА С УЧЕТОМ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКИХ АССОЦИАЦИЙ**

**Монастырева К.И., Шевченко Е.Е.**

**Научные руководители: канд. техн. наук Пермякова Е.П.,  
канд. техн. наук, доцент Кораблина Т.В.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк, e-mail: mona181416@yandex.ru*

В статье описаны особенности разработки фирменного стиля, формирования айдентики для профориентационного проекта «Найди свой путь».

Ключевые слова: айдентика, разработка фирменного стиля, найди свой путь, логотип, макет портала.

Сегодня ориентация на клиента играет ключевую роль в стратегии любой организации, и чем лучше производитель сможет удовлетворить его потребности, тем более конкурентоспособен он будет на рынке. Так же следует отметить, что всё большее значение в привлечении и удержании клиентов приобретает имидж организации, важной составляющей которого является айдентика.

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 бумагах, технической и деловой документации и упаковке продукции [1].

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.

Использование фирменного стиля дает компании следующие преимущества:

- уменьшение расходов на создание коммуникаций из-за повышения эффективности рекламы и за счет многогранности компонентов фирменного стиля;
- повышение корпоративного духа и объединение сотрудников, вырабатывает чувство заинтересованности к общему делу;
- улучшение эстетического уровня и видимой среды фирмы.

Таким образом, стиль компании является ядром всей имиджевой и информационной политики фирмы и важной составляющей продвижения торговой марки.

Система фирменного стиля включает в себя следующие основные элементы:

- товарный знак;
- логотип;
- фирменный блок;
- слоган;
- фирменный цвета;
- фирменный комплект шрифтов;
- постоянное лицо фирмы.

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. В качестве фирменного цвета, выбраны несколько тонов: оранжевый, серый, белый и черный. Оранжевый цвет имеет особое значение в психологии. Яркий цвет жизнелюбия, поднимает настроение, помогает справиться со скукой и депрессией, душевной болью. Такие оттенки повышают энергетический потенциал, оказывает положи-

тельное влияние на интеллект, эмоции и творчества. Серый цвет вызывает чувство серьезности, консерватизма и традиционализма. Возбуждает ощущение чистоты и невинности. Белый цвет часто связывают с непорочностью, чистотой и добродетелью. Используя ассоциации белого цвета с разработкой инноваций, можно подчеркнуть безопасность продвигаемого продукта из области высоких технологий. Черный – самый сильный из всех цветов. Он сразу привлекает к себе внимание, именно поэтому он наиболее часто используется для текстов и акцентов. При использовании в качестве доминирующего цвета, например, для создания фона черного цвета может вызывать оригинальные ассоциации. С его помощью легче добиться ощущения изысканности и загадочности в дизайне.

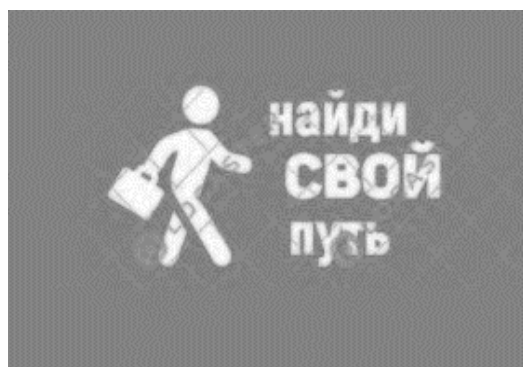
После разработки нескольких логотипов для проекта, внутри команды был проведен опрос, по результатам которого выбрано несколько вариантов, представленных на рисунке 1. Один из этих вариантов точно будет использоваться в проекте.



А)



Б)



В)



Г)

Рисунок 1 – Варианты логотипа проекта «Найди свой путь»

Помимо логотипа разработан макет информационного портала. Визуальный макет создается для того, чтобы продемонстрировать, как будет выглядеть сайт с его наполнением. Макет представляется в виде картинка без активных элементов, на которой проработаны расположение и размеры блоков сайта с точки зрения более оптимального поиска и использования информации.

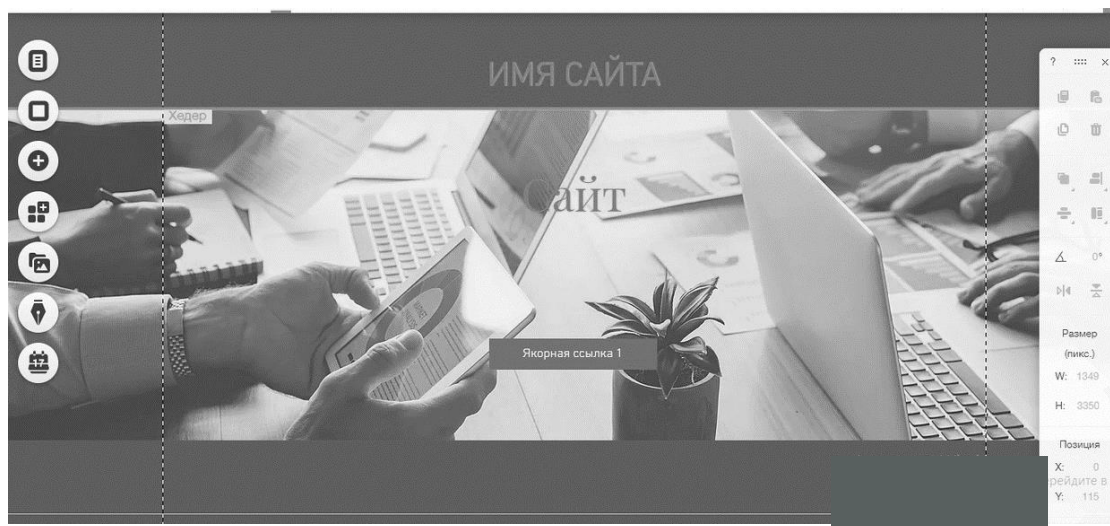


Рисунок 5 – Макет информационного портала

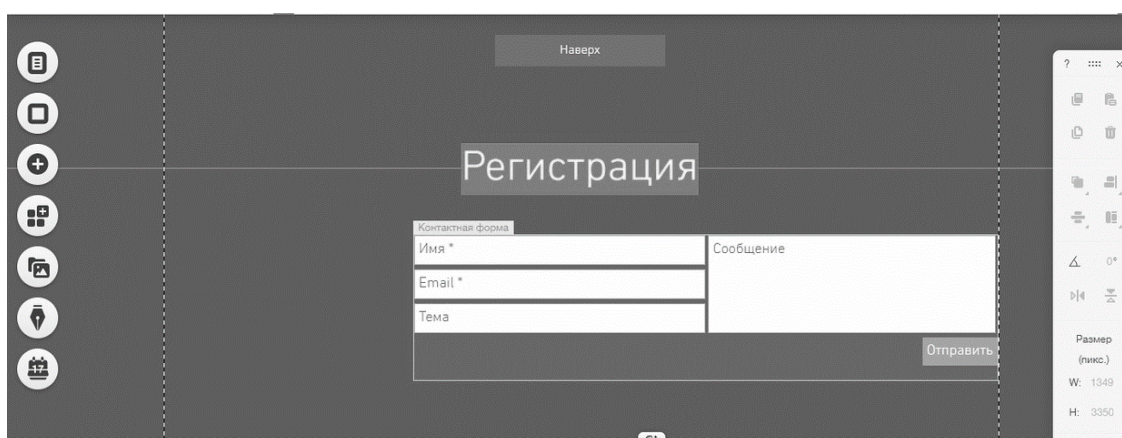


Рисунок 6 – Макет информационного портала

Основным критерием для разработки макета информационного портала является выбор фирменных или предпочтительных цветов. Цвета для сайта были подобраны таким образом, чтобы логотип, слоган и другие графические элементы соответствовали выбранной гамме, а именно черный, серый, оранжевый и белый цвета. Вторым по важности критерием является правильное и удобное расположение элементов. На рисунках 5 и 6 представлен один из вариантов макета информационного портала с учетом основных требований к нему.

При разработке сайта преимущество отдано использованию контрастные цветовые решения и, в целом, оформление разрабатывается в консервативном стиле.

Таким образом, для проекта «Найди свой путь» разработаны варианты фирменного знака и макета для информационного портала с учетом основных требований, предъявляемых к продукту. Совокупность графических элементов, цветовых сочетаний и принципов позволит сформировать легко узнаваемый образ, который легко запоминается и является ключом к пониманию ее миссии, принципов работы и путей развития.

## Библиографический список

1. Эйри, Дэвид Логотип и фирменный стиль. Руководство дизайнера / Дэвид Эйри. - М.: "Издательство "Питер", 2010. - 216 с.

УДК 004.928

### **ИГРОФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА ОБУЧЕНИЯ ДОШКОЛЬНИКОВ АЛФАВИТУ ПРИ ПОМОЩИ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

**Чернова Л.В, Арыкова С.К.**

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

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

В данной статье рассматривается игрофикация, как процесс обучения дошкольников алфавиту при помощи информационных технологий. Было описано, как игрофикация влияет на обучение детей дошкольного возраста. Так же был приведен сценарий взаимодействия с пользователем для приложения по изучению алфавита детьми дошкольного возраста которое разрабатывает наша проектная группа.

Ключевые слова: информационные технологии, Unity, игрофикация, процесс обучения дошкольников.

В начале 21-го века началось распространение игрового обучения с использованием игровых элементов. Применение игр различных жанров и форматов не является новым явлением в образовании, игры используются для обучения детей и их развития, издано большое количество сборников детских игр и готовых игровых сценариев. Однако ассортимент игр, доступных как детям, так и учителям, значительно расширился по сравнению с концом 20-го века. Это в основном связано с развитием информационно-коммуникационных технологий и наличием различных отдельных электронных устройств.

Современные практики разных специальностей, в том числе и образовательных, используют новый термин «игрофикация». Что такое игрофикация?

Игрофикация - это не отдельная игра или набор игр, а обычная игровая оболочка для целенаправленного процесса. Результатом и целью внедрения такой игровой оболочки в жизнь является не только повышение мотивации или интереса, но и изменения в регулярном поведении людей, групп людей, определенных частей или общества в целом [1, С.2].

Чтобы сделать обучение более функциональным, приятным и мотивирующим для детей дошкольного возраста. Игра способна повысить уровень внимательности, отдачи и ловкости. Чтобы сделать обучение более инновационным, геймификация меняет форму обучения с классической и предска-

зуемой на простую и более понятную. Таким образом, это повышает интерактивность и делает процесс обучения более автономным. Как следует из вышеперечисленного игрофикация - это техника улучшающая качество обучения. Она не используется для создания игр, а делает регулярное обучение более увлекательными и забавным.

Для нашего проекта была применена игрофикация, как способ сделать обучение дошкольников более инновационным. Поскольку ответственным этапом в организации дошкольного образования является планирование деятельности. Учебный процесс должен быть спроектирован таким образом, чтобы не перегружать ребенка и оставлять живой интерес. Современная педагогика подтверждает, что процесс обучения маленького ребенка должен быть увлекательным и динамичным, только при живом интересе ребенка можно добиться значительных результатов.

Любая буква для ребенка – это абсолютно абстрактный знак, написанный родителями или найденный в книгах. Есть огромная разница между буквой и звуком. Из звуков складываются слова, а буквы – лишь их визуальное отображение, используемое для письма и чтения. Задача приложения – «оживить» буквы и подобрать к ним такие образы, которые будут понятны ребенку [2].

Для обучения дошкольников алфавиту необходимо определить методику изучения букв. Для нашего проекта была выбрана методика Сергея Полякова. В начале изучаются гласные буквы в порядке А-Я, О-Ё, У-Ю, Ы-И, Э-Е. Затем происходит изучение согласных букв. Итог занятий по этой методике – освоение ребенком в кратчайший срок и без заметных усилий всех букв русского алфавита и приобретение им навыка называть их чистыми звуками.

#### ***Сценарий взаимодействия с пользователем.***

После запуска приложения пользователь попадает в главное меню, откуда он может приступить непосредственно к обучению, к настройкам, к прогрессу обучения или к выходу из приложения. Перед началом старта пользователю дают выбор между гласными и согласными буквами (первоначально доступны только гласные). После того, как юзер переходит на один из определенных разделов, он приступает к поэтапному изучению. Изначально открыта только буква «А». После освоения нужной буквы будут открываться другие дальнейшего изучения. При выборе появляется экран где проговаривается буква и необходимо выбрать изображение, которое ассоциируется с этой буквой. После того как пользователь правильно выбирает изображение с ассоциацией буквы он получает игровое вознаграждение в виде медали.

Перед запуском приложения необходимо знать, что специалисты утверждают, что ребенок в возрасте 4-5 лет не должен находиться перед экраном дольше 10 минут в день. Так же обучение не должно наскучить ребенку. Перед тем как запустить приложение необходимо позаниматься с ребенком самостоятельно. Начинать обучение со звуков, а не с букв: проговаривать с ребенком, как они произносятся. А затем запустить приложение и провести контроль знаний.

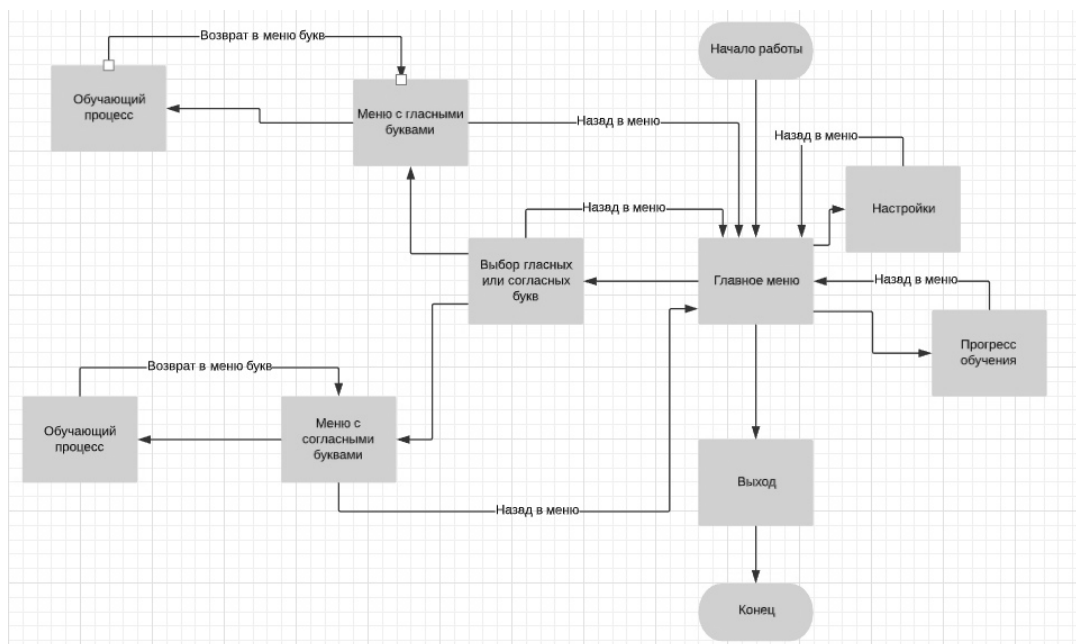


Рисунок 2 – Схема взаимодействия

Для реализации проекта среди множества инструментов были выбраны игровой движок Unity, он поддерживает два языка программирования C# и JavaScript. Для написания игры был выбран C#, так как документации и примеров написания кода для него представлено намного больше, чем на JavaScript.



Рисунок 2 – Главное меню обучающего приложения

В ходе исследования было выявлено что игрофикация процесса обучения повышает интерес и мотивацию дошкольников в изучении алфавита. Благодаря помощи информационных технологий возможно усовершенствовать обучение и сделать его более забавным и увлекательным.

#### Библиографический список

1. Олейник Ю.П. Игрофикация в образовании: к вопросу об определении понятия / Ю.П. Олейник – статья современные проблемы науки и образования, Санкт-Петербург, 2015. 12с.;
2. Кондратьева Т.П. Моя первая Азбука: 6 приложений для изучения алфавита [Электронный ресурс] / Т.П. Кондратьева // Режим доступа: [http://workingmama.ru/articles/moja\\_pervaja\\_azbuka\\_6\\_prilozhenij\\_dlja\\_izucheni\\_ja\\_/](http://workingmama.ru/articles/moja_pervaja_azbuka_6_prilozhenij_dlja_izucheni_ja_/), свободный. – Загл. с экрана.

## **ПРИМЕНЕНИЕ ГИБРИДНОГО МЕТОДА ШИФРОВАНИЯ В ХРАНИТЕЛЕ ПАРОЛЕЙ**

**Фурсова К.А., Калинин Ю.Д., Стародумов Е.А., Максимова А.В.  
Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Бабичева Н.Б.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк, fursovaka@yandex.ru*

В данной статье рассмотрено применение гибридного метода шифрования, в основе которого лежат симметричный алгоритм шифрования AES и ассиметричный алгоритм шифрования RSA, данный метод шифрования используется в хранителе паролей «Pass Keeper». Описан механизм работы метода гибридного шифрования. А также представлены преимущества данной технологии.

Ключевые слова: шифрование, защита, данные, гибридное шифрование, информатизация.

Границы области безопасности точно представить невозможно. Они охватывают все новые аспекты деятельности организаций, а также касаются личных пользователей ПК. В сфере компьютерных технологий, уровень безопасности важен при разработке программного обеспечения - компьютерная безопасность должна обеспечить сохранность данных пользователя в потенциально враждебных ситуациях.

Вопрос безопасности личных данных касается каждого пользователя ПК. Мы постоянно регистрируемся на различных сайтах, создаем аккаунты в социальных сетях, заводим новые почтовые ящики, то есть ежедневно авторизуемся в Интернете много раз. Тогда появляется вопрос, каким образом хранить данные, связанные с этими аккаунтами? Таким образом, задача надежного и правильного хранения паролей становится все более актуальной с каждым днем. Необходимо, чтобы данные пользователей всегда оставались в безопасности и были недоступны для третьих лиц.

В рамках дисциплины «Проектная деятельность» нашей командой был разработан проект хранитель паролей «Pass Keeper». Данная программа предназначена для хранения записей, состоящих из логинов и паролей, различных аккаунтов пользователей. Каждая запись хранится в защищенном виде, и для реализации этого требования мы применяем гибридный метод шифрования.

В разработанной программе используется гибридный метод шифрования, который включает в себя симметричный алгоритм шифрования AES и ассиметричный алгоритм шифрования RSA. В результате работы алгоритма AES остаётся ключ, необходимый для расшифровки данных и для увеличения защищённости пользовательских данных необходимо защитить и этот



ключ. Для этого мы используем алгоритм RSA. Совокупность данных алгоритмов шифрования обеспечивает более высокий уровень защиты и надежность для пользователей программы, чем применение только лишь одного алгоритма шифрования. Именно использование гибридного метода шифрования обеспечивает грамотное обеспечение безопасности данных пользователей «Pass Keeper».

Алгоритмы, позволяющие обеспечить гарантированную конфиденциальность данных:

- Алгоритм симметричного шифрования AES – используется для шифрования и дешифрования пользовательской информации.

- Алгоритм асимметричного шифрования RSA – используется для шифрования и дешифрования симметричного ключа.

Рассмотрим особенности и характеристики данных алгоритмов шифрования.

AES – симметричный блочный алгоритм, который базируется на принципах сети подстановок-перестановок SQUARE.

Общие характеристики AES:

- AES шифрует и дешифрует 128-битовые блоки данных.

- AES дает возможность использовать ключи различной длины 128, 192 или 256 бит.

- Размер ключа определяет число раундов шифрования: 128 бит – 10 раундов; длина 192 бита – 12 раундов; длина 256 бит – 14 раундов.

Все раунды идентичны, кроме последнего(AddRoundKey). Раунд состоит из 4 различных преобразований:

- SubBytes – побайтовая подстановка в S-боксе с фиксированной таблицей замен;

- ShiftRows – побайтовый сдвиг строк матрицы State на различное количество байт;

- MixColumns – перемешивание байт в столбцах;

- AddRoundKey – сложение с раундовым ключом (операция XOR).

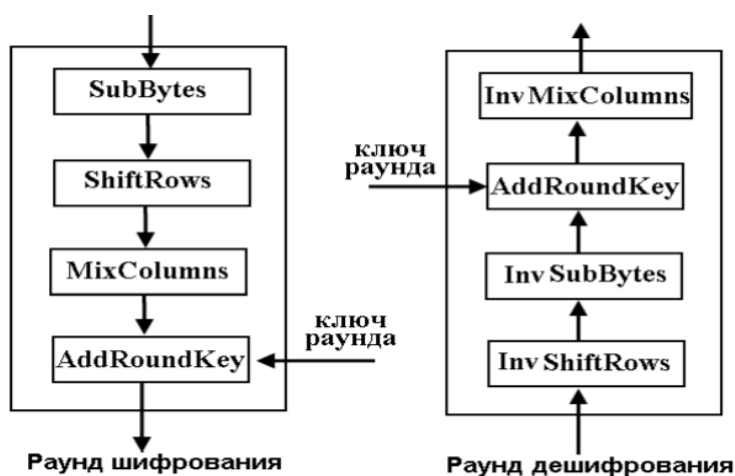


Рисунок 1 - Схема раунда шифрования

Последний раунд несколько отличается от предыдущих тем, что не задействует функцию MixColumns.

При дешифровании в каждом раунде выполняются обратные операции: InvShiftRows, InvSubBytes, AddRoundKey и InvMixColumns.

RSA — криптографический алгоритм с открытым ключом, основывающийся на вычислительной сложности задачи факторизации больших целых чисел.

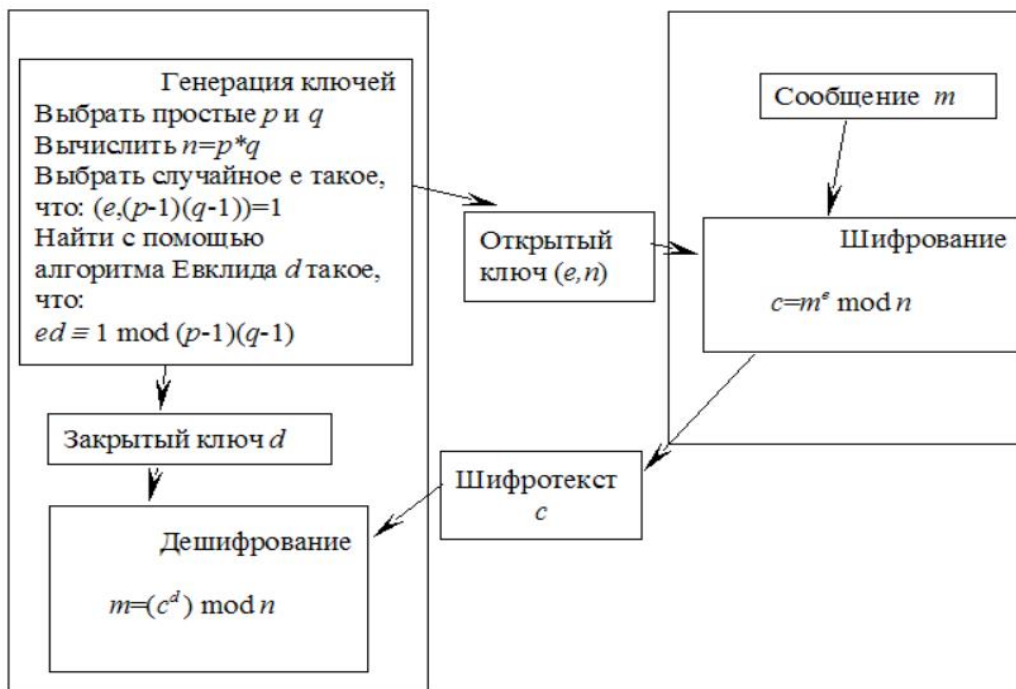


Рисунок 2 – Схема шифрования алгоритма RSA

На этапе генерации ключей формируется пара ключей: закрытый  $d$  и открытый  $e$ . Шифрование данных должно начинаться с его разбиения на блоки  $m$  размером  $k = \lceil \log_2(n) \rceil$  бит каждое, чтобы блок  $m$  можно было рассматривать как целое число в диапазоне  $[0 .. n-1]$ . Таким образом, закрытый ключ используется для дешифрования шифротекста  $c$ , а открытый ключ  $e$  для шифрования исходного сообщения.

Этап генерации ключей происходит таким образом: формируется закрытый  $d$  и открытый  $e$  ключи. Далее идёт шифрование данных, которое основано на разбиении на блоки  $m$  размером  $k = \lceil \log_2(n) \rceil$  бит для каждого сообщения, чтобы блок  $m$  можно было рассматривать как целое число в диапазоне  $[0 .. n-1]$ . Из схемы на рисунке 2 становится понятно, что закрытый ключ используется для дешифрования шифротекста  $C$ , а открытый ключ  $E$  для шифрования исходного сообщения.

Таким образом, в результате разработки был получен программный продукт «Pass Keeper», в котором был реализован гибридный метод шифрования. Использование гибридного метода осуществляет безопасность и конфиденциальность данных пользователя, в котором он остро нуждается в настоящее время. Большинство пользователей со временем утрачивают дан-

ные для входа в аккаунты и тратят время на их восстановление, однако использование «Pass Keeper» решает эту проблему, так как нет необходимости запоминать учетные данные. Программа позволяет пользователям хранить все необходимые данные о своих аккаунтах, а также обеспечить их защиту. Структура «Pass Keeper» без проблем реализует использование возможностей интегрирования в организации с различным уровнем информационной безопасности.

#### Библиографический список

1. Завгородний, В.И. Комплексная защита информации в компьютерных системах / В.И. Завгородний - Москва: Логос, 2003. – 64с.
2. Зензин, О.С. Стандарт криптографической защиты - AES. Конечные поля / О.С. Зензин, М.А. Иванов. – Москва: КУДИЦ-ОБРАЗ, 2002. – 76с.

УДК 004.77

## **АКТУАЛЬНОСТЬ РАЗРАБОТКИ САЙТОВ ДЛЯ ПРОХОЖДЕНИЯ ОНЛАЙН ТЕСТИРОВАНИЯ ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА**

**Кряжевских Н.А.**

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

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

Статья посвящена проблеме актуальности разработки сайтов для прохождения онлайн тестирований, а также рассматривается специфика функционала систем тестирований.

Ключевые слова: разработка сайта, онлайн тестирование, блок-схемы, интерфейс.

В современном мире необходимы платформы для управления обучением, ориентированные на организацию взаимодействия между преподавателем и обучающимися. Данные платформы предназначены для поддержки очного обучения, а также для организации дистанционных курсов. Такая система управления курсами известна как система управления обучением или виртуальная обучающая среда [1].

Цель проекта заключается в разработке системы онлайн тестирования с расширенным администрированием в виде web-сайта, для организации учебного процесса в условиях использования данного программного продукта.

Используя данный сайт, преподаватель может создавать курсы, наполняя их содержимым в виде текстов, объявлений, форумов, вспомогательных файлов, презентаций, опросников [2]. Для данной системы достаточно иметь

только web-браузер, что делает использование этой учебной среды удобной как для преподавателя, так и для обучающихся. По результатам выполнения учениками заданий, преподаватель может выставлять оценки и давать комментарии. Таким образом, сайт для онлайн тестирования является и центром создания учебного материала и обеспечения интерактивного взаимодействия между участниками учебного процесса. Сказанное в полной мере обуславливает актуальность и выбор темы проекта.

На приведенной ниже схеме, изображена навигация по сайту «Time To Do» (рисунок 1). Так для обучающегося доступны: новости, личные файлы, курсы и т.д., но недоступна функция создания теста в отличие от преподавателя. С другой стороны, незарегистрированный пользователь будет видеть информацию о проекте, новости, а также иметь возможность зарегистрироваться для создания и прохождения тестов.

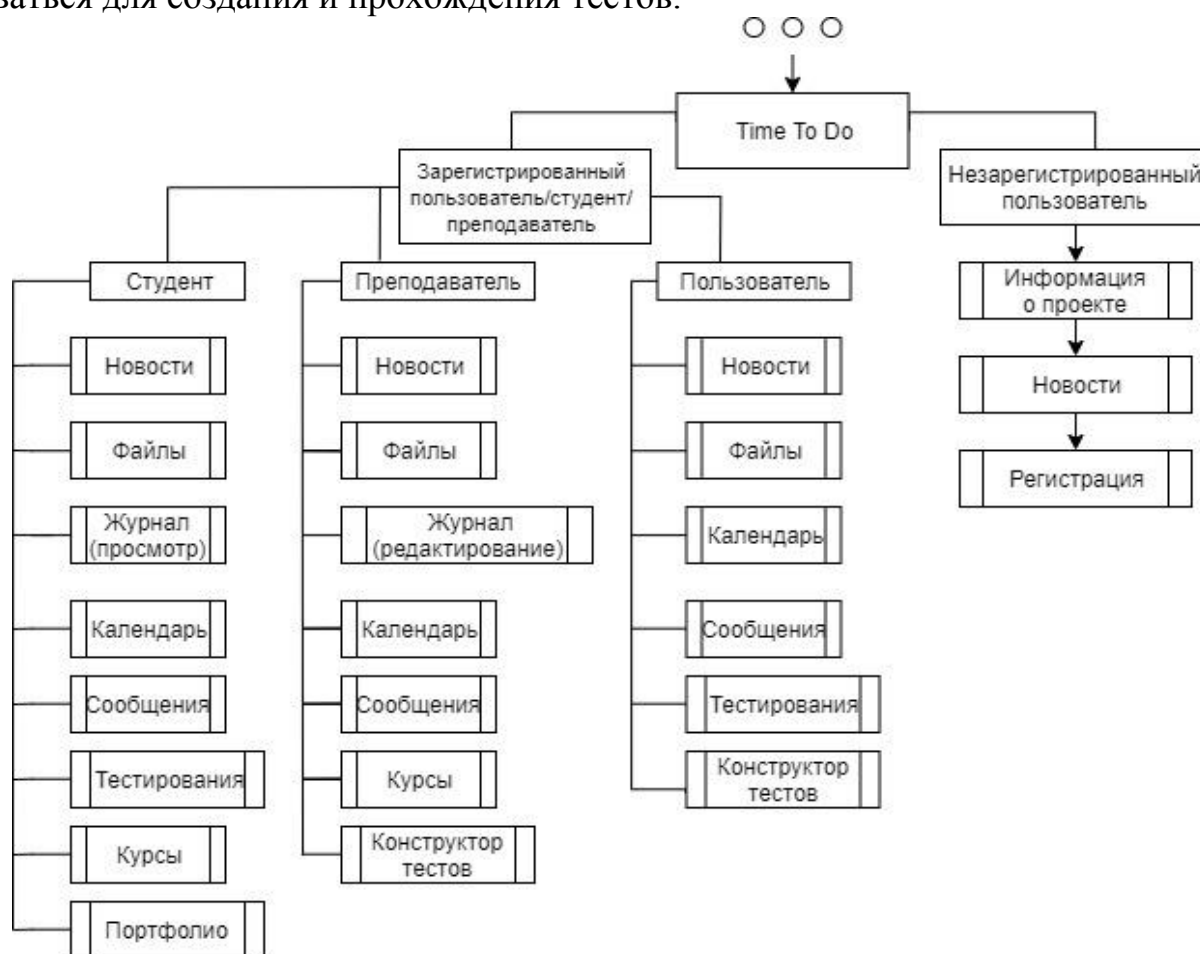


Рисунок 1 – Навигация пользователя по сайту

Внешний вид сайта будет различен для каждого вида пользователя: обучающегося, преподавателя, незарегистрированного пользователя (рисунок 2). На главной странице сайта в зависимости от пользователя будет изменяться плавающее меню, добавляться или блокироваться различные функции пользователя.

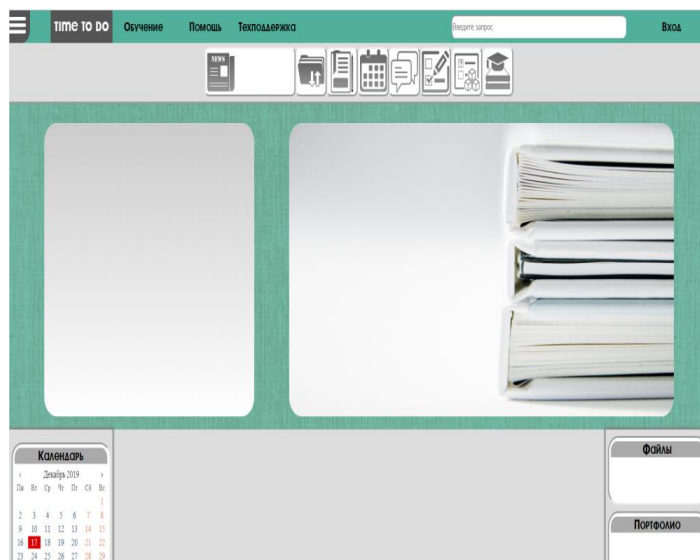


Рисунок 2 – Главное меню сайта

На сайте предусмотрено большое количество различных процессов, таких как регистрация и авторизация пользователей, создание и прохождения тестов, добавления курсов и т.д. Ниже приведены блок-схемы для таких процессов, как регистрация (рисунок 3) и авторизация пользователей (рисунок 4).

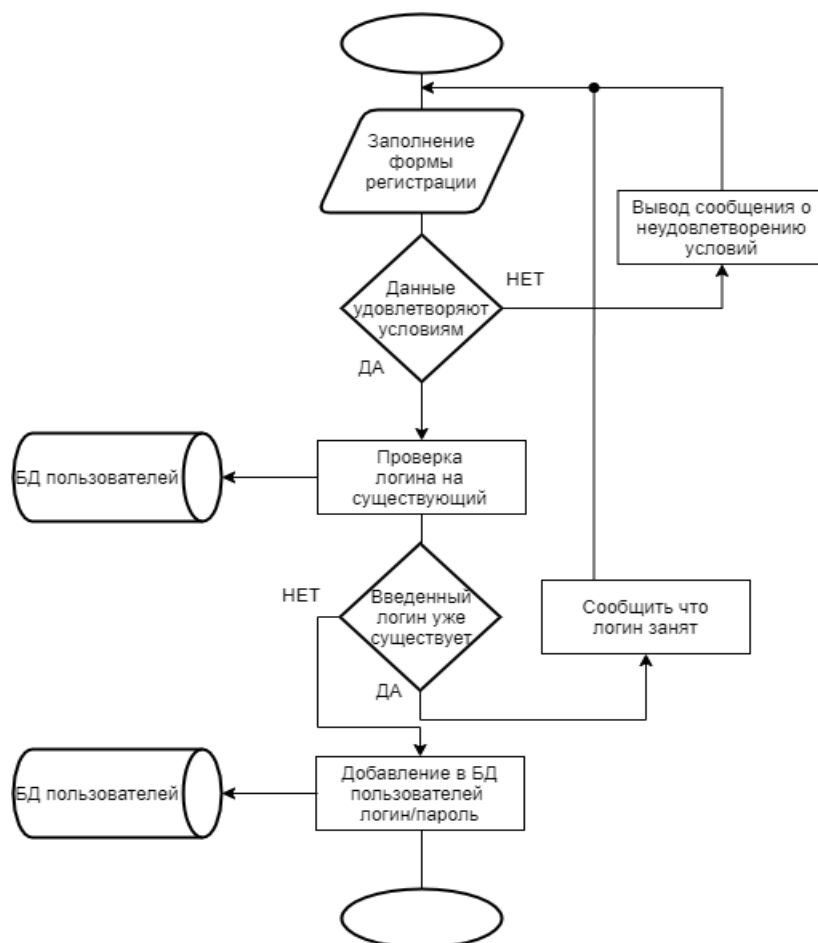


Рисунок 3 – Блок схема «Регистрация пользователей»

Регистрация пользователей проходит в отдельной форме сайта, на которой проверяется условия для правильного создания пользователя: если ранее не было зарегистрированного пользователя с такими же данными, то пользователь добавляется в базу данных «пользователей». В дальнейшем он попадает на главную страницу, где может использовать все функции зарегистрированного пользователя.

Авторизация пользователя также проходит в отдельной форме сайта, с возможностью восстановить данные. После проверки введенных данных на совпадение в базе данных «пользователя», происходит переход на главную страницу.

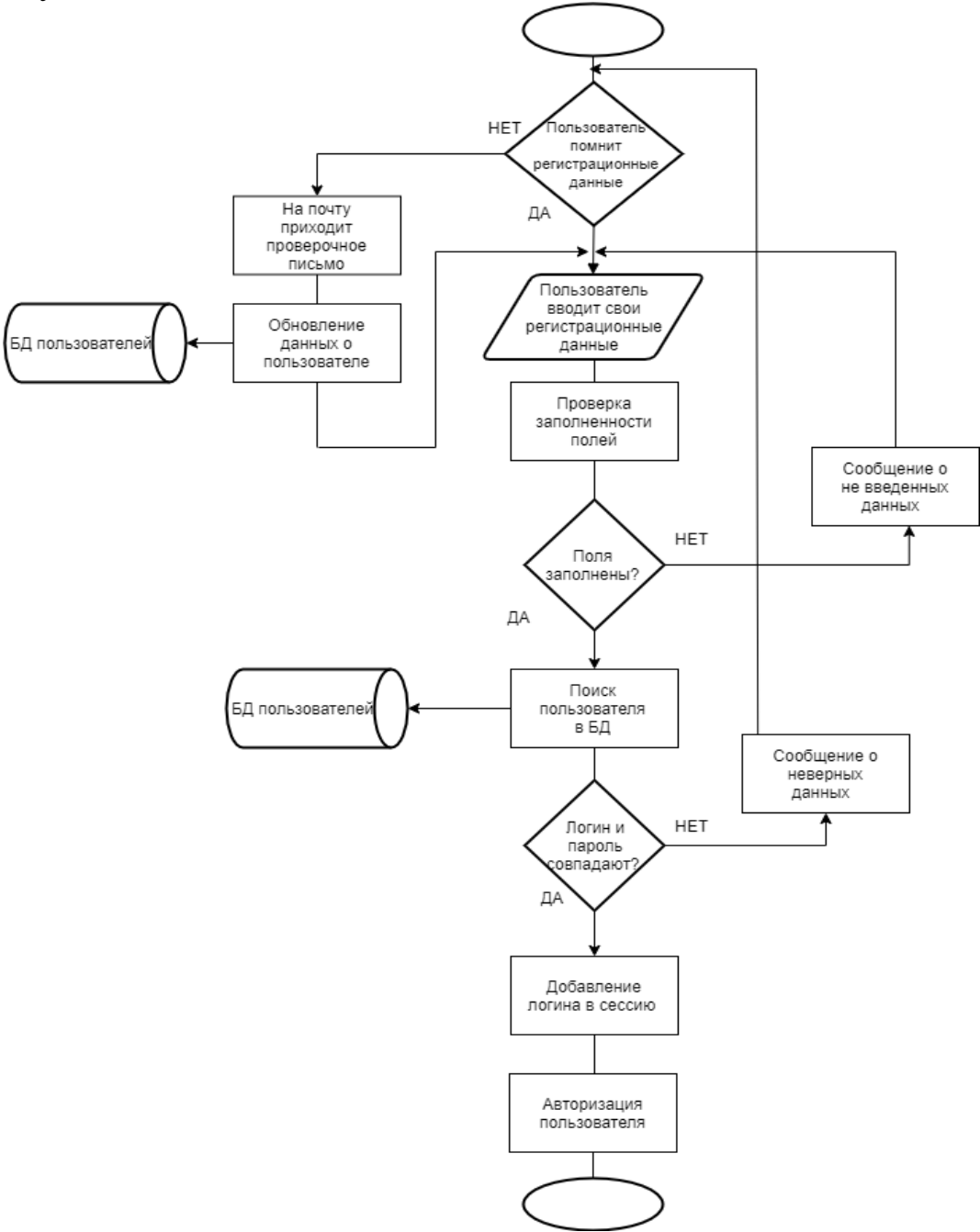


Рисунок 4 – Блок-схема «Авторизация пользователя»

Таким образом, система, разрабатываемая в данном проекте, необходима для организации учебного процесса. Она имеет удобный и понятный интерфейс. В ней преподаватель самостоятельно, может создать электронный курс и управлять его работой (вставлять таблицы, схемы, графику, видео, флэш и др.). Также преподаватель может по своему усмотрению использовать как тематическую, так календарную структуризацию курса. При тематической структуризации курс разделяется на секции по темам. При календарной структуризации каждая неделя изучения курса представляется отдельной секцией, такая структуризация удобна при дистанционной организации обучения и позволяет учащимся правильно планировать свою деятельность.

Функционал системы позволяет обучающемуся отслеживать свои результаты, проходить тесты для закрепления и проверки изученного материала, а также пользоваться различной литературой.

#### Библиографический список

1. Горвая, Т.Ю. Современные системы компьютерного тестирования. Аналитический обзор. / Т.Ю. Горвая // Историческая и социально-образовательная мысль. – 2013. – № 201.

2. Ефимов Е.Н., Денисов М.Ю., Жилина Е.В. Сравнительный анализ образовательных систем тестирования по критерию функциональной полноты // Управление экономическими системами: электронный журнал. 2012. № 4.

УДК 004.62

## АЛГОРИТМ ПОИСКА ФАЙЛОВ В ОС ANDROID

**Четвертков Е.В.**

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

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

В статье дается краткий обзор файловой системы операционной системы Android. Описываются некоторые алгоритмы обхода файловой системы и их применение к поиску книг на устройстве пользователя. Произведено сравнение алгоритмов по быстродействию и объему требуемой памяти. Приводится блок-схема применяемого алгоритма для поиска книг в учебном проекте «Read Y».

Ключевые слова: поиск файлов, Android, файловая система, алгоритмы, обход дерева.

Поиск файлов на устройстве в том или ином виде встречается во многих приложениях. Даже обращение к файлу настроек по известному абсолютному пути в том или ином роде можно отнести к поиску файла. Если файл настроек обнаружен, программа продолжит работу, в противном слу-

чае возникнет ошибка или автоматически создастся новый файл с настройками приложения.

Часто возникает необходимость найти не конкретный файл, абсолютный путь которого нам известен, а файл или группу файлов, удовлетворяющих какому-либо условию. Иногда необходим поиск по имени файла, иногда по расширению, при поиске можно учитывать и месторасположение файла.

Файловую структуру можно представить в виде простого дерева. Однако каждая операционная система (ОС) имеет свои нюансы. В ОС семейства Windows при наличии двух и более носителей файловая структура имеет вид нескольких отдельных деревьев, а в дистрибутивах Linux каталоги объединяются в одно дерево, общее для всех дисков [1].

В представленной статье рассматривается поиск в файловой системе Android. ОС Android несмотря на то, что построена на ядре Linux имеет существенное отличие при реализации поиска файлов. Память мобильного устройства под управлением ОС Android условно разделяется на внутреннюю область памяти (internal storage), внешнюю область памяти (external storage) и съемную область памяти (removable) [2].

Internal storage – область памяти доступ к которой имеет только само приложение. Здесь располагается приложение и могут храниться его настройки, локальные базы данных, хэш и прочие временные файлы. Эта область памяти мала в сравнении с external storage, но файлы, расположенные здесь могут быть изменены только самим приложением или пользователем при наличии у него root-прав.

External storage – внешняя относительно приложения область памяти. Пользователь устройства имеет непосредственный доступ ко всем файлам в данной области памяти, он имеет возможность удалять, переименовывать и перемещать файлы, находящиеся в external storage. В связи с чем хранение файлов приложения в данной области памяти является не безопасным.

Removable – это съемные носители информации, подключаемые к устройству, например SD-карты.

Алгоритмы поиска файлов в external storage ничем не отличаются от поиска в internal storage или съемных носителей. Единственное различие – корневая папка.

При разработке мобильного приложения для чтения книг «Read Y» необходимо организовать поиск на устройстве всех файлов, содержащих книги, поддерживаемых форматов.

Книги могут находиться во внешней области памяти и/или на съемных носителях. Для поиска необходимо получить абсолютный путь external storage и всех установленных в данный момент removable областей памяти. Полученные абсолютные пути будут записаны в список корневых узлов и поочередно обработаны.

Теперь стоит определиться с алгоритмом поиска книг в директориях. Так как файловая система представляет собой дерево папок, корнем которо-



го является корневая папка, каждая из директорий (папок) может содержать как файлы, так и другие папки, а может быть пустой.

Существует два вида обхода дерева – обход в ширину и обход в глубину, который подразделяется на прямой, обратный и симметричный, которые отличаются порядком обхода ветвей дерева. Скорость поиска файлов напрямую зависит от количества файлов на устройстве, структуры файловой системы и соответственно от метода обхода дерева.

Обход в ширину рассматривает поочередно корень дерева и слева направо ветви первого уровня, ветви второго уровня и так до листьев дерева. Обход в глубину заключается в обходе дерева до первого встреченного листа, прежде чем переходить к следующей родственной ветке [3].

Одной из классических реализаций алгоритма обхода дерева является рекурсивный обход в глубину.

Опишем этот алгоритм применимо к нашей задаче: получить корневой элемент; получить массив потомков; в цикле обойти всех потомков; если потомок является папкой, то рекурсивно вызвать этот метод; иначе, если потомок является файлом книги, добавить его в список книг на выдачу пользователю.

При дальнейшей разработке была выявлена необходимость чтения метаданных файлов книг для получения названия, автора и описания книги. Кроме того, в проект была добавлена база данных для хранения информации о прогрессе чтения книг.

Алгоритм при добавлении этих функций примет следующий вид: получить корневой элемент; получить массив потомков; в цикле обойти всех потомков; если потомок является папкой, то рекурсивно вызвать этот метод; иначе, если потомок является файлом книги, прочитать метаданные книги; записать необходимую информацию в базу данных; добавить его в список книг на выдачу пользователю

В ходе реализации было выявлено, что рекурсивный алгоритм имеет существенный недостаток – при добавлении чтения метаданных книг (достаточно трудоемкий процесс) и работы с локальной базой данных (для сохранения информации о книгах на устройстве) становятся заметны существенные задержки при загрузке приложения, в худшем случае случаются утечки памяти.

Для оптимизации процесса поиска книг был осуществлен переход от рекурсивного обхода дерева в глубину к алгоритму обхода дерева в ширину с использованием очереди.

Данный алгоритм применимо к нашей задаче имеет следующий вид: получить корневой узел; записать всех потомков корневого узла в очередь; пока очередь не пуста получать новый файл из очереди; если полученный файл – директория, добавить всех его потомков в очередь; иначе, если потомок является файлом книги, прочитать метаданные книги; записать необходимую информацию в базу данных; добавить его в список книг на выдачу пользователю.

Для улучшения производительности было решено распараллелить процесс поиска. На практике было выявлено, что значительную прибавку к

быстродействию дает распараллеливание только верхнего уровня (потомков корневой папки).

Было проведено 10 замеров для каждого из описанных алгоритмов. Тестирование проводилось на личном телефоне Honor 7X, версия Android 9. В таблице 1 приведены средние показатели быстродействия алгоритмов применительно к нашей задаче.

Таблица 1 – Показатели быстродействия алгоритмов при поиске книг на устройстве.

Алгоритм	Время выполнения, мс	Пиковое значение, используемой памяти, Мб
Прямой обход в глубину	Утечка памяти	—
Обход в ширину	709	145
«Параллельный» обход в ширину	495	150

На рисунке 1 представлена блок-схема окончательного алгоритма, применяемого в данный момент в разрабатываемом приложении.

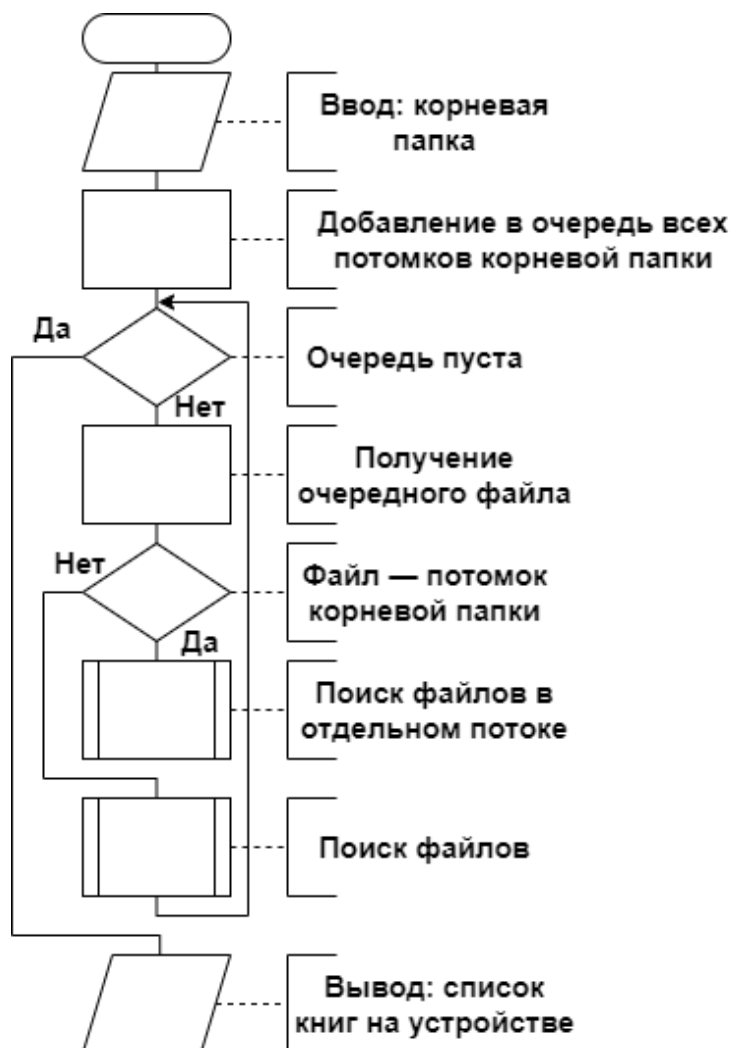


Рисунок 1 — Блок-схема алгоритма поиска книг

Перед выдачей списка файлов пользователю поверяется список абсолютных путей, записанных в базу данных файлов. Если он пуст ничего не происходит. Если список не пуст – некоторые книги были удалены, изменены или перемещены. В целях актуализации базы данных записи об этих книгах удаляются из базы данных.

#### Библиографический список

1. Разделы жесткого диска и файловые системы [Электронный ресурс] [https://help.ubuntu.ru/wiki/разделы\\_и\\_файловые\\_системы\\_linux](https://help.ubuntu.ru/wiki/разделы_и_файловые_системы_linux) (дата обращения: 12.03.2020).

2. Data and file storage overview [Электронный ресурс] URL: <https://developer.android.com/training/data-storage#categories-locations> (дата обращения: 09.03.2020).

3. Алгоритмы. Теория и практика применения / Род Стивенс. — Москва: Издательство «Э», 2016. — 544 с. — (Мировой компьютерный бестселлер).

УДК 622.6

### СОЗДАНИЕ ИНТЕРАКТИВНОГО КВЕСТА ДЛЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ОРИЕНТАЦИИ

**Гасымов Р.Р., Михайлов Д.А.**

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

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

Статья посвящена концепции создания интерактивного инструмента для профессионального типирования личности. Авторами рассматривается одна из существующих методик типирования в тестовом формате, а также несколько возможных способов геймификации этого процесса в интерактивной форме.

Ключевые слова: профориентационное тестирование, геймификация, интерактивный квест, найди свой путь.

В настоящее время, когда в мире появляется всё больше новых профессий, как никогда остро встаёт вопрос о выборе своего будущего пути. Однако, не всегда так получается, что молодые люди, уже переставшие быть школьниками, но ещё не ставшие студентами, способны точно сказать, в каком направлении они хотят двигаться. Одним из способов решения данной проблемы является использование различных профориентационных тестов. Такие тесты позволяют при помощи серии вопросов с выбором ответа оценить склонность человека к занятию тем или иным родом деятельности. Подобная практика повсеместно распространена по всему миру и используется

как образовательными учреждениями, так и крупными компаниями, и неизменно остаются ведущим методом профориентации.

Однако, несмотря на все весомые плюсы данных методик, нельзя не отметить, что тесты на определение профессиональных склонностей обладают одним значительным недостатком – однообразной и нудной структурой. Большая часть вопросов в таких тестах строится по одному принципу. Тестируемому даётся некоторое утверждение, а ему остается выбрать, согласен ли он с этим утверждением или нет. При этом количество вопросов порой доходит до 240. Безусловно, большое количество вопросов призвано обеспечить более высокую точность результата, его валидность и устранить влияние самообмана тестируемого. Однако, это может привести к тому, что тестируемые, потеряв интерес к процессу тестирования, перестанет всерьёз задумываться об ответе на вопрос и, подгоняемый нетерпением, будет стремиться поскорее завершить тест.

Помочь решению данной проблемы может ныне популярное направление – геймификация. Геймификация – это технология адаптации игровых методов к неигровым процессам и событиям для большей вовлеченности участников в процесс. В основе геймификации лежит четыре основных принципа: мотивации, открытия и поощрения, статуса, а также вознаграждения [1]. Данные принципы олицетворяют потребности человека в осмысленности своих действий, творческой самореализации, признании собственной значимости и вознаграждении за проделанную работу. Реализация этих потребностей в совокупности способствует поднятию интереса участника деятельности к её выполнению. Таким образом, геймификация, как инструмент организации деятельности, не затрагивая основные механизмы системы, способствует её качественному преобразованию и повышению заинтересованности её участников к выполнению предписанных ролей [2].

Целью настоящей работы является использование и адаптация геймификации для профориентационного тестирования, лишённого описанных выше недостатков. За основу теста был взят опросник О. Крегера, который в свою очередь базируется на использовании типологии Майерс-Бриггс [3]. Суть типологии Майерс-Бриггс заключается в том, что всё пространство личностных качеств, будучи представлено некоторой четырёхмерной областью, разделяется четырьмя перпендикулярными друг другу осями, образуя 16 секторов, представляющих все возможные типы личности. Каждая такая ось является шкалой и определяет положение в этой системе типа личности тестируемого, располагая его между двумя противоположными категориями. Все эти выделяемые категории образуют 4 пары:

1 По ориентации сознания:

- a) Экстраверсия – ориентация сознания наружу, на объекты;
- b) Интроверсия – ориентация сознания внутрь, на субъекта;

2 По способу ориентировки в ситуации:

- a) Ощущение – ориентировка на материальную информацию,

- b) Интуиция – ориентировка на интуитивную информацию;
- 3 По основе принятия решений:
  - a) Мышление – рациональное взвешивание альтернатив;
  - b) Чувство – принятие решений на эмоциональной основе;
- 4 По способу подготовки решений:
  - a) Суждение – предпочтение планировать и заранее упорядочивать информацию,
  - b) Восприятие – предпочтение действовать без детальной предварительной подготовки, больше ориентируясь по обстоятельствам.

Совокупность четырёх значений, по одному из каждой пары категорий, описывает один из шестнадцати типов личности.

Используемый опросник включает в себя 72 вопроса, составленных таким образом, чтобы характеризовать тип личности по каждой из восьми категорий. При этом в качестве ответа на вопрос от тестируемого требуется оценить в долях, насколько данный вопрос-утверждение соответствует его ощущениям. В конечном итоге набранные по каждой категории баллы усредняются по осям таким образом, чтобы наиболее точно определить итоговый тип личности.

В качестве возможных способов геймификации следует обратить внимание на такие жанры компьютерных игр как текстовый квест и визуальная новелла. Текстовый квест (англ. Interactive fiction) – это разновидность компьютерных игр, в которых взаимодействие с игроком осуществляется посредством текстовой информации. Как правило текстовые квесты имеют нелинейный сюжет повествования, который излагается игроку в виде большого количества текстовой информации, лишённой какого-либо сопроводительного визуального ряда [4].

Визуальная новелла (графический квест) – это схожий жанр компьютерных игр, который может иметь как линейную, так и разветвлённую структуру повествования. При этом в отличие от текстового квеста подобные игры дополняются аудиовизуальным рядом. Как правило, такой формат использует гораздо меньше текста, который выводится совместно со статичными фонами локаций и изображениями действующих персонажей [5].

Для реализации поставленной задачи по созданию интерактивного профориентационного теста будет разумным, по нашему мнению, попытаться переложить исходный опросник О. Крегера в один из рассмотренных игровых форматов. Проводя сравнительный анализ данных видеоигровых жанров, сделан выбор в пользу формата визуальной новеллы, так как относительно небольшое количество текста не перегружает тестируемого, а наличие аудиовизуального ряда способствует его расслаблению и погружению в игровой процесс.

Чтобы привести набор стандартных вопросов опросника в формат визуальной новеллы, предлагается преобразовать каждый вопрос в некоторую условную ситуацию, в которой пользователю будет предоставлен выбор то-

го, как бы он поступил в данной ситуации. При этом оценка действия игрока по-прежнему производится в долях, выбираемых из четырёх возможных значений: 0,1; 0,3; 0,7; и 0,9. В зависимости от специфики первоначального вопроса, а также переработанной условной ситуации подход к реализации выборов может различаться. В рамках настоящей работы предлагаются следующие варианты ветвления выборов:

– *Простое ветвление из четырёх вариантов.* Данный вариант ветвления предполагает единократное предоставление пользователю выбора из четырёх возможных исходов. В зависимости от выбранного варианта производится оценка принадлежности тестируемого к определённой категории.

– *Три последовательных выбора из двух вариантов.* При данном варианте ветвления пользователь может сделать от одного до трёх выборов. Каждый выбор предоставляет два варианта ответа, при этом один из них приводит к оценке, а другой к продолжению серии выборов.

– *Двухуровневое дерево выборов из двух.* Суть этого варианта сводится к тому, что игрок проходит через два последовательных выбора, первый из которых определяет его общую склонность к проверяемой категории, а второй определяет окрас более конкретно. Схема описываемого решения приведена на рисунке 1.

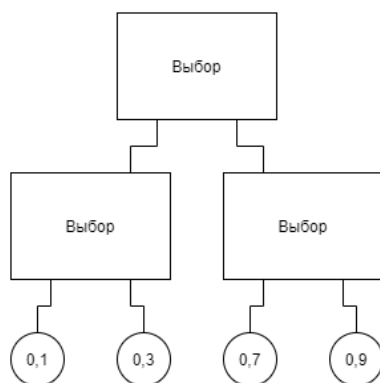


Рисунок 1 – Схема выбора двухуровневого дерева с двумя выборами

*Три последовательных выбора с суммарной оценкой.* Данный вариант ветвления схож со вторым, отличие заключается в том, что независимо от принятого игроком решения серия выборов будет продолжена. Сделанный выбор будет либо увеличивать некоторый счётчик, либо оставлять его без изменений. Оценка будет выдаваться игроку в соответствии со значением счётчика по прохождении всех трёх выборов. Схема описываемого решения приведена на рисунке 2.

Далее для разрабатываемого теста в жанре визуальной новеллы составляется сценарий с единым нелинейным сюжетом, который содержит в себе все выработанные условные ситуации, описываемые перечисленными выше схемами. Затем под разработанный сценарий создаётся аудиовизуальное сопровождение, которое способствует более погружённому восприятию сюжета.

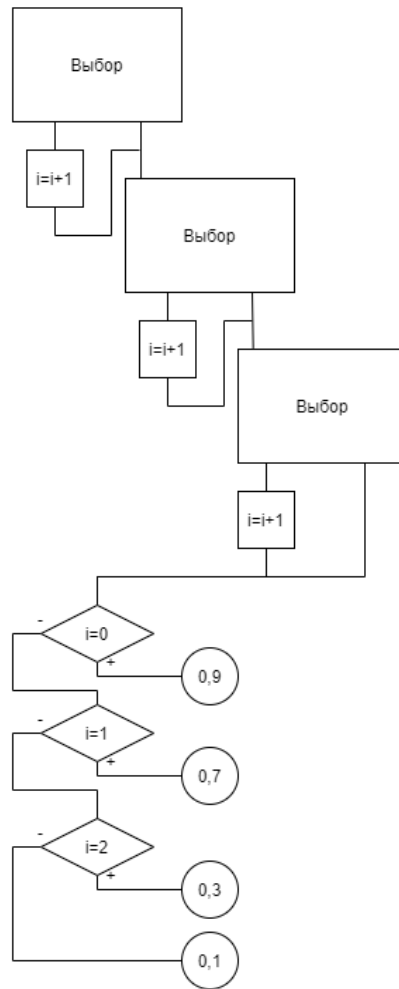


Рисунок 2 – Схема ветвления трёх последовательных выборов из трёх вариантов с суммарной оценкой

Таким образом, формат визуальной новеллы можно считать одним из наиболее подходящих форматов для разработки интерактивного профориентационного опросника с многообразной, интересной структурой и уклоном на привлечение тестируемого к процессу типирования.

#### Библиографический список

1. Пфецер Д.А., Лазутина Д.В. Геймификация и ее влияние на деятельность организации // Управление экономическими системами: электронный научный журнал. - 2017. - №5(99). - С. 85-96.
2. Земскова М.С., Краснова М.В. Внедрение геймификации в процесс мотивации персонала поколения у // Международный научно-исследовательский журнал. - 2016. - №10(52). - С. 29-33.
3. Крегер О. Типы людей / О. Крегер, Дж.М. Тьюсон. – М.: Персей, Вече, АСТ, 1995. – 544 с.
4. Корнилов Ю.В, Левин И.П. ГЕЙМИФИКАЦИЯ И ВЕБ-КВЕСТЫ: РАЗРАБОТКА И ПРИМЕНЕНИЕ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ // Современные проблемы науки и образования. - 2017. - №5. - С. 113-124.

5. 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.

УДК 681.2-5

## **ПЛАТА УПРАВЛЕНИЯ ШАГАЮЩИМИ МЕХАТРОННЫМИ СИСТЕМАМИ: ПРИНЦИП РАБОТЫ И РЕАЛИЗАЦИЯ**

**Мяхор Д.А.**

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

*Новосибирский государственный технический университет,  
г. Новосибирск, e-mail: MyDiAl2009@gmail.com*

В статье описывается практический опыт реализации нескольких версий устройства управления шагающими роботами AndroBoard. Проведено успешное тестирование платы на базе робота-гексапода собственной разработки Andromeda. Реализованы алгоритмы прямолинейного перемещения, а также изменения угла наклона корпуса и высоты относительно поверхности движения.

Ключевые слова: робот, шагающая платформа, гексапод, мехатронная система, плата управления.

Современная робототехника развивается стремительными темпами: учёные и инженеры развитых стран интенсивно занимаются разработкой и исследованием шагающих роботов. Это связано с тем, что данный тип шасси по сравнению с классическими гусеничными или колёсными лучше приспособлен для работы в условиях пересечённой местности. Задачи проведения поисково-спасательных операций в завалах, военной разведки и транспортировки грузов по холмистой поверхности могут быть решены более эффективно за счёт использования шагающих машин. В связи с повышенным интересом к подобным платформам возникает спрос и на специализированные устройства управления ими. В целях удовлетворения спроса была разработана плата AndroBoard. Описанию её ключевых особенностей, характеристик и применённых конструктивных решений посвящена представленная статья.

Первый прототип устройства управления шагающими роботами AndroBoard v0.2 был собран на макетной плате (рисунок 1). Все соединения узлов схемы проводились посредством пайки проводов из сетевого кабеля «витая пара». Данный подход не оправдал себя: плата регулярно выходила из строя, была сложна в производстве, обладала неэстетичным видом. Устройство следующего поколения AndroBoard v0.3 (рисунок 2) спроектировано в программном пакете Sprint-Layout 5.0 и реализовано методом ЛУТ (рисунок 3). Были учтены недостатки предыдущей версии, а также добавле-



ны новые функциональные узлы.

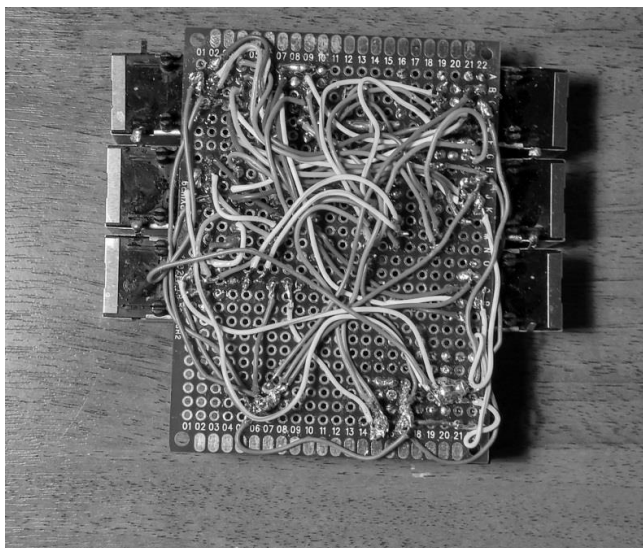


Рисунок 1 - Первый прототип платы AndroBoard

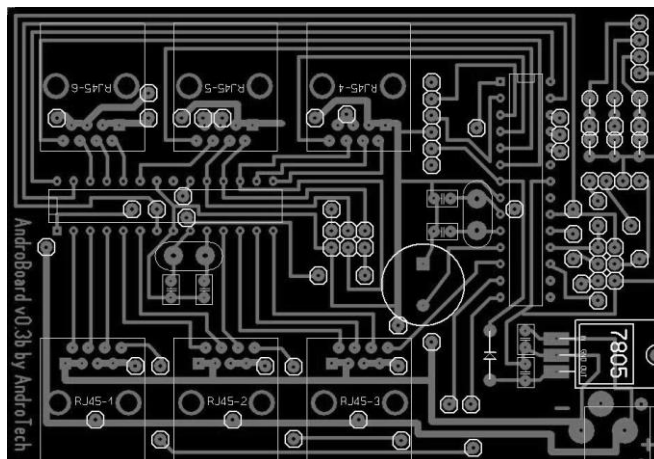


Рисунок 2 - Подготовленный проект платы в программе Sprint-Layout 5.0

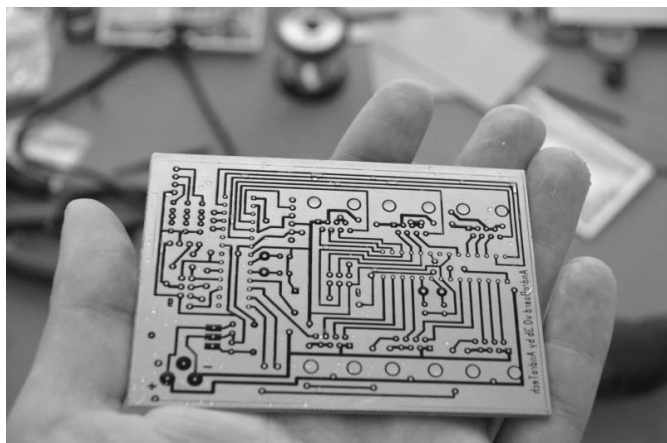


Рисунок 3 - Процесс изготовления платы методом ЛУТ

Плата управления (рисунок 4) позволяет подключать до шести конечностей, каждая из которых может включать в себя до трех сервоприводов. AndroBoard способен одновременно контролировать до восемнадцати сервоприводов и распределять на них питание. Возможно получение электрической энергии, как от аккумулятора, так и от отдельного внешнего источника. Допустимое входное рабочее напряжение платы составляет от 6 до 20 вольт постоянного тока. Питание каждой из ног независимо благодаря использованию шести импульсных стабилизаторов напряжения HOBBYWING UBEC 3A, рассчитанных на 3 ампера длительного тока и 6 ампер кратковременно. Наличие балансировочного гнезда позволяет следить за суммарным напряжением подключенного аккумулятора и его внутренних элементов в частности, за счёт чего реализуется механизм отслеживания остаточного заряда. При понижении суммарного напряжения батареи ниже 9.5 вольт или напряжения элемента ниже 3 вольт срабатывает звуковая сигнализация из установленного пьезоизлучателя. Контроль напряжения позволяет избежать глубокого переразряда литий-полимерного аккумулятора, что способствует продлению его срока эксплуатации. Предусмотрен системный RGB-светодиод, наглядно демонстрирующий остаточный заряд батареи изменением цвета свечения от ярко-зелёного до красного. Установлены дополнительно два светодиода для индикации входящего и пятивольтового бортового напряжений. Плата оснащена модулем беспроводной связи с внешними устройствами по средствам технологии Bluetooth, за счёт чего предполагается дистанционное управление подключенным роботом, а также передача на удалённый компьютер телеметрии.

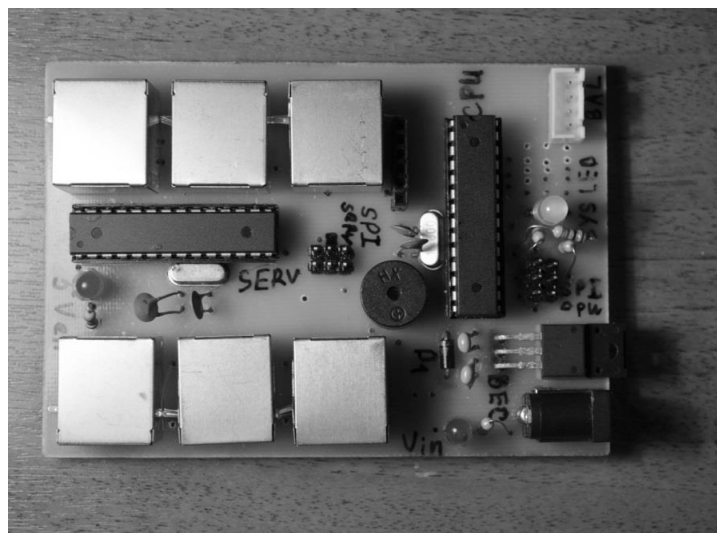


Рисунок 4 - Итоговый вид платы AndroBoard

Основу программируемой части платы AndroBoard составляют два микроконтроллера семейства AVR от компании Atmel: ATMEGA 48A и ATMEGA 328P. Их использование обусловлено большим количеством справочной информации, невысокой стоимостью и широким распространением.

Задействуются несколько чипов в связи с недостаточным количеством портов ввода/вывода одного контроллера [1]. ATMEGA 328P выполняет функцию центрального процессора. В его обязанности входит: обеспечение беспроводной связи, контроль данных телеметрии, исполнение заложенной программы управления роботом, вывод световой и звуковой индикации. В свою очередь ATMEGA 48A работает в качестве мультипликатора портов управления. Данное решение позволяет избежать дрожи сервоприводов, вызванной флуктуациями длительности импульсов со стороны ATMEGA 328P. Флуктуация возникает из-за наличия сторонних прерываний, конкурирующих с прерываниями, по которым управляются актуаторы [2]. Использование отдельного контроллера нивелирует этот эффект, так как не задействуются никакие другие прерывания, кроме тех, что нужны сервоприводам, и, как следствие, плата лишена описанных ранее недостатков. Каждый из контроллеров обладает внешним кварцевым резонатором на 10 и 16 МГц соответственно. Параллельно резонаторам подключены конденсаторы, выполняющие роль подавителей высокочастотных помех [3]. ATMEGA 48A и ATMEGA 328P соединены между собой по двухпроводной шине данных I2C. Модуль беспроводной связи Bluetooth подключен к ATMEGA 328P через UART. Возле каждого микроконтроллера удобно выведен разъем для ISP-программатора, таким образом, поддерживается возможность внутрисхемного программирования.



Рисунок 5 - Робот Andromeda и плата AndroBoard

В ходе работы над проектом было спроектировано и собрано несколько версий устройства управления шагающими роботами. Проведён успешный тестовый запуск платы на роботе-гексапode Andromeda (рисунок 5), запрограммированы алгоритмы прямолинейного движения в разные стороны, изменения угла наклона корпуса и высоты относительно поверхности, по которой происходило перемещение. В дальнейшем планируется добавление но-

вых функций в разработку и внедрение AndroBoard в уже существующие шагающие машины других производителей.

#### Библиографический список

1. Белов А.В. Микроконтроллеры AVR от азов программирования до создания практических устройств. – Спб.: Наука и Техника, 2016. – 544 с.
2. Multiservo Shield / wiki.amperka.ru. 2017. URL: [wiki.amperka.ru/ продукты:multiservo-shield](http://wiki.amperka.ru/продукты:multiservo-shield) (Дата обращения: 16.01.2020 г.).
3. Белов А.В. Конструирование устройств на микроконтроллерах. – Спб.: Наука и Техника, 2005. – 256 с.

УДК 681.58

## РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА УПРАВЛЕНИЯ КОЛЁСНЫМИ БАЛАНСИРУЮЩИМИ РОБОТАМИ

**Мяхор Д.А.**

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

*Новосибирский государственный технический университет,  
г. Новосибирск, e-mail: MyDiAl2009@gmail.com*

В статье описаны технические нюансы реализации устройства управления балансирующими роботами. Рассмотрены системы управления движением, исполнения программ и обеспечения электропитания. Проведено успешное испытание разработки на роботе-балансире HorizonZ, определены задачи относительно модернизации конструкции, выбраны новые инструменты для осуществления поставленных целей.

Ключевые слова: робототехника, равновесие, управление, балансир, робот.

Одна из актуальных задач современной робототехники в сфере логистики - разработка компактных автоматических устройств, способных работать в условиях ограниченного пространства территорий складов. Такие устройства должны перемещаться, используя с одной стороны платформу достаточно манёвренную, с другой – надёжную и компактную. Вероятным решением проблемы может стать внедрение в данную сферу автономных колёсных роботов-балансиров. Для создания подобных систем потребуются специализированные платы управления. Описанию процесса разработки прототипа и технических нюансов одного из потенциальных вариантов подобных плат посвящена представленная статья.

Устройство управления балансирующими роботами собрано на макетной плате с соединением узлов проводами сетевого кабеля типа «витая пара» (рисунок 1), что позволило ускорить разработку прототипа, исключив

процессы компьютерного моделирования и самостоятельного травления. В создании последующих версий планируется использование кросс-платформенного веб-ориентированного программного обеспечения для автоматизации проектирования электроники EasyEDA, а также сервиса заказа производства печатных плат из Китая JLCPCB. Размер макетной платы (17 на 24 точки) обусловлен требованием создать устройство с одной стороны максимально компактным, а с другой – функциональным.

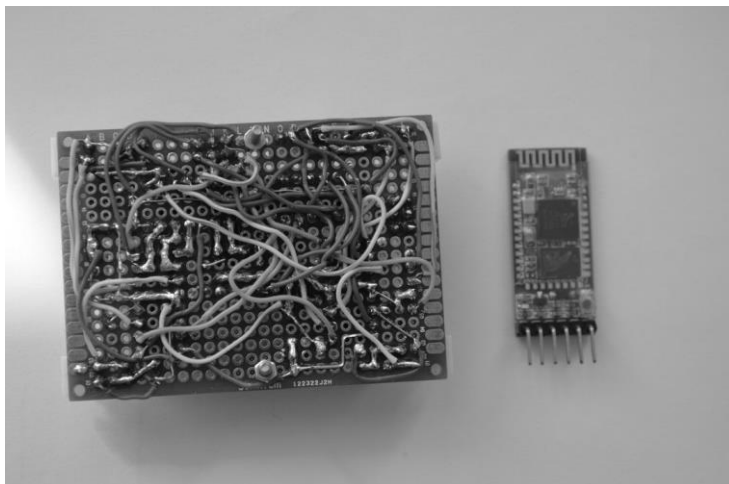


Рисунок 1 – Первый прототип платы управления роботом-балансиром

В качестве центрального вычислительного узла выбран микроконтроллер семейства AVR ATmega 328P в силу его доступности, невысокой цены и наличия большого количества справочной документации [1]. На контроллер установлен загрузчик Arduino Uno с целью написания прошивки и отладки под удобной интегрированной средой разработки Arduino IDE. Устойчивая частота тактирования ATmega 328P обеспечивается кварцевым резонатором на 16 мГц и керамическими конденсаторами на 100 нФ [2]. Чтобы управлять двигательной системой робота-балансира, на плате предусмотрены два двухканальных драйвера L293D, имеющих ограничение по току до 600 мА на канал. Драйверы позволяют управлять четырьмя электрическими моторами как в прямом, так и реверсивных режимах работы. Возле каждого гнезда подключения двигателей установлена пара светодиодов красного и зелёного цвета, позволяющая наглядно демонстрировать данные режимы, упрощая процесс отладки программного обеспечения управления роботом. На плате предусмотрен модуль беспроводной передачи данных Bluetooth HC-06 для возможности удалённого управления и передачи телеметрии. За ориентацию в пространстве и обеспечение обратной связи для сохранения равновесия отвечает акселерометр и гироскоп MPU-6050. Устройство управления поддерживает внутрисхемное программирование через шестипиновый ISP-разъём программатором USBasp, а также проводную передачу данных через четырёхпиновый UART.

Устройство управления рассчитано как на автономную работу от внешнего аккумулятора, так и от сети постоянного тока. Рабочий диапазон входных напряжений платы – 9-15 вольт. Полученное напряжение распределяется между двумя линейными понижающими стабилизаторами LM1117 5.0 и LM1117 3.3, а также передаётся на силовой вход драйверов двигателей. Преобразователи обеспечивают 5 вольт для питания логических блоков установленных микросхем и 3.3 вольта для модуля Bluetooth HC-06 и акселерометра MPU-6050. На выходе LM1117 5.0 установлен защитный диод, необходимый для осуществления внутрисхемного программирования без сбоев. Кроме того, параллельно входу и выходу преобразователей размещены сглаживающие керамические конденсаторы на 100 нФ согласно рекомендациям из официальной документации [3].

Итоговый вариант прототипа первой версии платы управления представлен на рисунках 2 и 3.

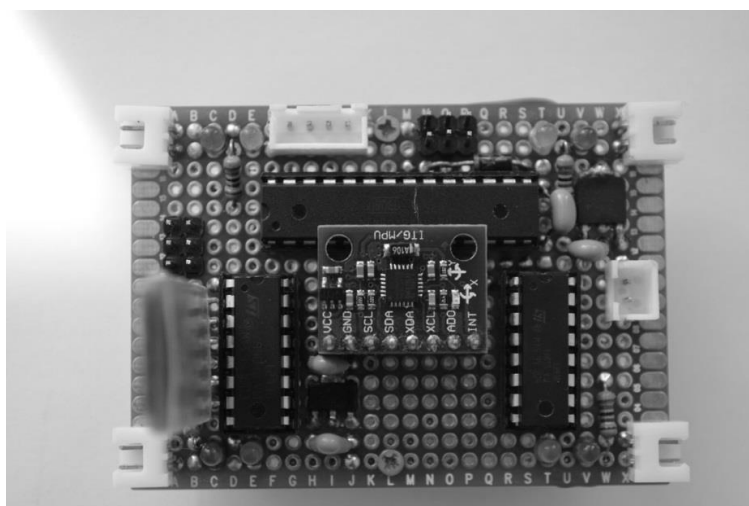


Рисунок 2 – Вид сверху платы управления роботом-балансиром

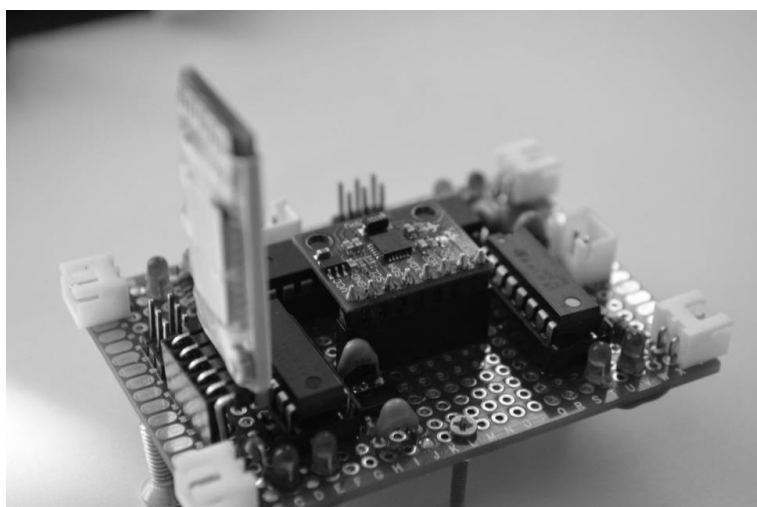


Рисунок 3 – Общий вид платы управления роботом-балансиром

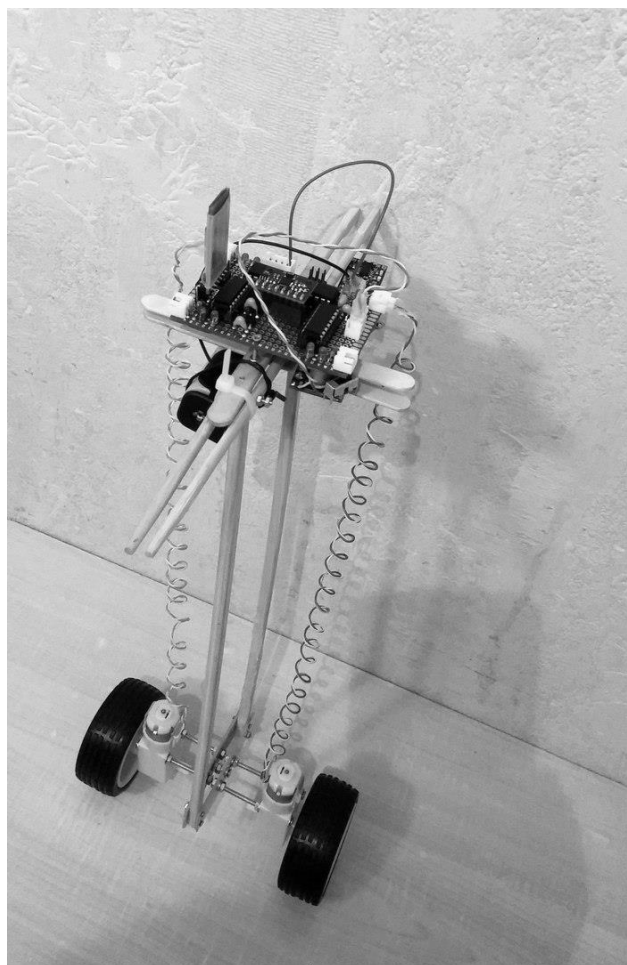


Рисунок 4 – внешний вид робота-балансира HorizonZ

В рамках данной работы были представлены технические нюансы реализации платы управления роботом-балансиром. Рассмотрены системы, обеспечивающие управление движением, исполнение программ и распределение электропитания. Прототип платы успешно протестирован на роботе-балансире HorizonZ (рисунок 4). В дальнейшем планируется разработка устройства на основе печатной платы с обновлённой компонентной базой и новыми функциональными узлами.

#### Библиографический список

1. Белов А.В. Конструирование устройств на микроконтроллерах. – Спб.: Наука и Техника, 2005. – 256 с.
2. Белов А.В. Микроконтроллеры AVR от азов программирования до создания практических устройств. – Спб.: Наука и Техника, 2016. – 544 с.
3. LM1117 800-mA Low-Dropout Linear Regulator [Электронный ресурс] – Режим доступа. - URL: <http://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm1117.pdf> (дата обращения: 15.02.2020).

## **ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКЦИИ ШАГАЮЩЕЙ РОБОТОТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ СОБСТВЕННОЙ РАЗРАБОТКИ ANDROMEDA**

**Мяхор Д.А.**

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

*Новосибирский государственный технический университет,  
г. Новосибирск, e-mail: MyDiAl2009@gmail.com*

В рамках данной работы рассмотрены конструктивные особенности разработанной шагающей робототехнической платформы Andromeda. Описаны нюансы проектирования и производства корпуса, а также строение систем определения касаний конечностей, электропитания, движения и управления роботом.

Ключевые слова: робот, шагающая платформа, гексапод, мехатронная система, пересечённая местность.

Перспективным направлением современной робототехники является разработка мобильных роботов, перемещающихся автономно относительно продолжительное время по пересеченной местности [1]. Создание подобных машин позволит без опасности для здоровья человека и сравнительно дешево решать комплекс задач, связанных с охраной и защитой окружающей среды, а также разведкой местности в интересах различных организаций. В данной статье представлен проект Andromeda (рисунок 1), потенциально способный решить обозначенные задачи. Описанию конструктивных особенностей робота посвящен подготовленный материал.

Корпус робота был спроектирован в САПР Solid Works 2013 (рисунок 2) и изготовлен из берёзовой фанеры толщиной 3 мм. Выбор материала обусловлен доступностью, дешевизной, простотой обработки на оборудовании с ЧПУ и достаточной прочностью. Минимизировать массу конструкции помогают технологические отверстия в корпусных деталях, а также сведённое к минимуму количество крепёжных узлов. Андромеда обладает шестью конечностями, соединёнными с основанием корпуса через плечевые сервоприводы с установленными на валу пластиковыми втулками. Основание корпуса выполнено в отличие от других деталей из акрилового стекла толщиной 5 мм. Выбор материала обусловлен большей жесткостью, необходимой для сохранения первоначальной формы корпуса без деформаций во время ходьбы робота.

На каждой конечности размещены три сервопривода MG995 с металлическими шестернями. Сервоприводы рассчитаны на напряжение питания 6 вольт и обладают крутящим моментом 13 кг/см. На крайних звеньях конечностей установлены резиновые сантехнические уплотнители, благодаря которым улучшается сцепление робота с поверхностью, а его перемещение



становится более стабильным. Уплотнители закреплены на подвижных осях, могут перемещаться по направляющим и подпружинены относительно упора, расположенного внутри крайнего звена конечности. На упоре и уплотнителе располагаются два электрических контакта. Таким образом, совокупность уплотнителя, пружины, контактов и упора образуют систему определения касаний, благодаря которой Андромеда может более эффективно адаптировать модель ходьбы под неровности местности.



Рисунок 1 – Внешний вид робота Andromeda



Рисунок 2 – 3D-модель корпуса робота

Для обеспечения автономной работы гексапод обладает литий-полимерным аккумулятором nVision на 2500 мАч. В ходе экспериментов выяснилось, что робот во время движения потребляет порядка 8-10 ампер, поэтому одним из критериев выбора источника питания была величина токоотдачи. У nVision данный параметр составляет 30С, или порядка 75 ампер, что полностью перекрывает потребности проекта. Каждая конечность робота получает питание от батареи через собственный импульсный преобразователь напряжения NOVBYWING UBEC 3A. Использование импульсных преобразователей обусловлено их высоким КПД, а также малым весом и размерами.

Управление роботом осуществляется за счёт специально спроектированной под нужды проекта платы AndroBoard, способной одновременно контролировать до 18-ти сервоприводов и распределять на них питание. Плата поддерживает получение энергии, как от аккумулятора, так и от отдельного внешнего источника. При автономной работе контролируется остаточный заряд. AndroBoard оснащена модулем Bluetooth для дистанционного управления роботом, а также передачи телеметрии. На плате установлены микроконтроллеры ATMEGA 328P и ATMEGA 48A, отвечающие за управление сервоприводами, обеспечение беспроводной связи, контроль данных телеметрии, исполнение программы управления, а также вывод световой и звуковой индикации [2, 3].

В ходе работы над проектом был спроектирован и собран корпус робота-гексапода, разработана плата управления Андромедой, установлены системы питания и движения. Проведён успешный тестовый запуск, получены необходимые данные для проведения модернизации конструкции. В дальнейшем планируется изготовление корпуса с использованием аддитивных технологий, добавление дополнительных двух конечностей для большей устойчивости и плавности хода, реализация и внедрение алгоритмов машинного обучения и компьютерного зрения с целью улучшения адаптивности к условиям пересечённой местности.

#### Библиографический список

1. Луцкий В. А. Исследование адаптивных алгоритмов передвижения шестиногого шагающего робота // Электроника: наука, технология, бизнес. – 2013. – № 5. – С. 52–55.
2. Белов А.В. Конструирование устройств на микроконтроллерах. – Спб.: Наука и Техника, 2005. – 256 с.
3. Белов А.В. Микроконтроллеры AVR от азов программирования до создания практических устройств. – Спб.: Наука и Техника, 2016. – 544 с.

## **II ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ**

УДК: 622.023

### **ИСПЫТАНИЕ НА ОДНООСНОЕ СЖАТИЕ ОБРАЗЦОВ ПОРОДЫ НЕПОСРЕДСТВЕННОЙ КРОВЛИ, ВЗЯТОЙ В УСЛОВИЯХ ООО «ШАХТА «РАСПАДСКАЯ»**

**Павздерин К.А., Елкина Д.И.**

**Научный руководитель канд. техн. наук, доцент Никитина А.М.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк, e-mail: yolkinadasha00@gmail.com, kirill\_03\_04@mail.ru*

В данной статье приведены результаты испытания образцов пород непосредственной кровли пласта 7-7а ООО «Шахта «Распадская» на одноосное сжатие с целью определения коэффициента крепости.

Ключевые слова: образцы породы, одноосное сжатие, механические свойства горных пород, коэффициент крепости.

Целью работы является – получение практических навыков по испытанию образцов пород непосредственной кровли на одноосное сжатие, взятой в условиях ООО «Шахта «Распадская» и определению коэффициента крепости.

По административному положению поле ООО «Шахта «Распадская» находится на территории Томь-Усинского геолого-экономического района Кемеровской области РФ в Междуреченском районе в 10-12 км севернее г. Междуреченск и примерно в 100 км северо-восточнее г. Новокузнецк - второго по величине города области. На поле в технических границах отрабатываются запасы углей по пластам 3-3а, 4-5, 6-6а, 7-7а, 9-10, 11, 12. Угли, добываемые шахтой, относятся к маркам ГЖО, ГЖ, Ж и используются в коксохимическом производстве для получения кокса.

Угленосные отложения включают 37 пластов угля, 34 из них имеют промышленное значение. Мощные пласты (9-10, 7-7а, 6-6а) и пласты средней мощности (12, 11, 10, 9, 3-3а) отрабатываются шахтой.

По сложности геологического строения поле шахты относится к месторождениям сложного строения. Вмещающие породы представлены преимущественно песчаниками и алевролитами.

В условиях ООО «Шахта «Распадская» были отобраны образцы пород непосредственной кровли пласта 7-7а.

Непосредственная кровля пластов 7-7а, 7, 7н.п. сложена алевролитами мощностью от 1,10 до 20 м. Зоны неустойчивых пород расположены на контакте с разрывными нарушениями, в зоне расщепления пласта 7-7а на 7 и 7а, на

крыльях и в замках складок. Основная кровля мощностью от 2,1 до 30,0 м представлена, в основном, песчаником от мелко- до крупнозернистого. По прогнозным данным и исходя из опыта ведения эксплуатационных работ основная кровля в основном легко- и среднеобрушаемая, местами труднообрушаемая.

Важнейшим условием высокой эффективности и безопасности ведения горных работ и эксплуатации горных выработок является знание и рациональное использование горно-геомеханических процессов и явлений при выполнении горнотехнологических операций. Для решения ряда горнотехнических задач проводят исследования по распределению горного давления и сдвига пород, включая напряженное состояние и деформации вмещающего массива, оценку его устойчивости и взаимодействия с крепью.

Поэтому получение необходимых сведений о фактических показателях механических свойств горных пород является обязательным условием успешности проектирования, строительства и эксплуатации горного предприятия. На стадии предварительной разведки изучение механических свойств пород проводится с использованием части скважин этой разведки, рассредоточенной по разведываемой площади [1-4].

Так, с целью определения коэффициента крепости пород непосредственной кровли пласта 7-7а испытание образцов на одноосное сжатие осуществлялось на гидравлическом прессе «ИК-500» (рисунки 1,2).



Рисунок 1 – Образцы пород непосредственной кровли пласта 7-7а цилиндрической формы



Рисунок 2 – Гидравлический пресс «ИК-500»

В соответствии с таблицей 1 были определены прочностные характеристики для каждого образца породы.

Таблица 1 – Физико-механические свойства горных пород

Наименование породы	Физико-механические свойства горных пород	
	Максимальное усиление, Н	Диаметр после разрыва, мм
Алевролит 1	55206	42,30
Алевролит 2	87052	41,00

В соответствии с результатами расчета и проведенных испытаний серий опытов, предусмотренных программой, была выявлена зависимость вертикальных деформаций от усилия, приложенного на образец, показанная на графиках:

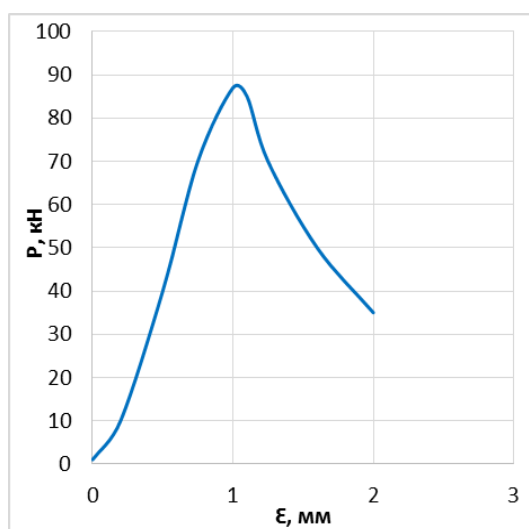


График 1 – Зависимость вертикальных деформаций от нагрузки на образец 1

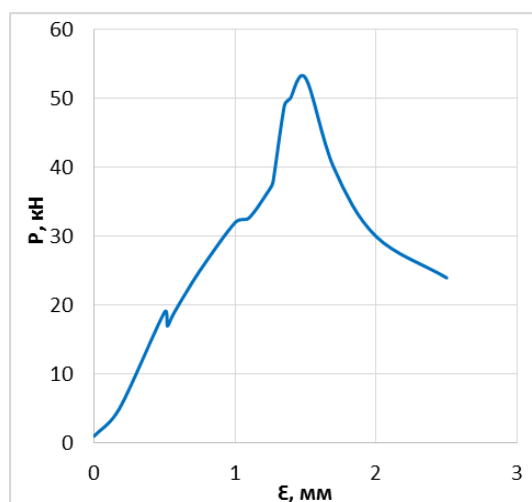


График 2 – Зависимость вертикальных деформаций от нагрузки на образец 2

Так, максимальная нагрузка на образец № 1 составила 55206 Н, а на образец № 2 – 87052 Н.

По результатам испытаний определялся предел прочности при одноосном сжатии  $\sigma_{сж}$  образцов.

$$\sigma_{сж} = \frac{P}{S}, \text{ МПа}; \quad (1)$$

где  $P$  – нагрузка,  $P_1 = 55,206$  кН,  $P_2 = 87,052$  кН;  
 $S$  – площадь поверхности образца,  $S = \pi r^2$ , м<sup>2</sup>.

$$S_1 = 3,14 \cdot 2,115^2 = 14,05 \text{ см}^2,$$

$$S_2 = 3,14 \cdot 2,05^2 = 13,2 \text{ см}^2,$$

$$\sigma_{сж1} = \frac{55306}{0,001405} = 39,29 \text{ МПа},$$

$$\sigma_{сж2} = \frac{87052}{0,00132} = 65,95 \text{ МПа}.$$

Отсюда коэффициент крепости образцов составил:

$$f = \frac{\sigma_{сж}}{10}, \quad (2)$$

$$f_1 = \frac{\sigma_{сж1}}{10} = \frac{39,29}{10} \cong 3,9,$$

$$f_2 = \frac{\sigma_{сж2}}{10} = \frac{65,95}{10} \cong 6,6.$$

Исходя из результатов, приведенных на графиках 1 и 2, был сделан вывод, что горные породы проявляют себя, как специфически неоднородные и хрупкие материалы со значительной изменчивостью состава и свойств в пределах разрабатываемого массива и границ ведения горных работ.

#### Библиографический список

1. Геомеханика: Учебник для вузов. В 2 т. – М.: Издательство Московского государственного горного университета, 2004. – Т. 1. Основы геомеханики. – 208 с.: ил.

2. Кузнецов, Г. Н. Моделирование проявлений горного давления / Г. Н. Кузнецов, М. Н. Бudyко, Ю. И. Васильев [и др.]. – Л.: Недра, 1968. – 279 с.

тельных выработок угольных шахт // Вестник СибГИУ. Новокузнецк: Изд. центр СибГИУ, 2016. № 4 (18). С. 32-35.

3. Определение механических свойств материала, эквивалентного горной породе для физического моделирования / К.А. Павздерин // Наука и мо-

лодежь: проблемы, поиски, решения. Труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Сибирский государственный индустриальный университет; под общественной редакцией М.В. Темлянцева. Новокузнецк, 14-16 мая 2019 г. С. 246-250.

4. Разработка физической модели горного массива с целью определения его параметров в окрестности горной выработки прямоугольного сечения в условиях ОАО «Шахта «Осинниковская» / К.А. Павздерин // 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, 14-16 мая 2019 г. С. 250-256.

УДК 622.831

## **АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР РАЗВИТИЯ УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ В КУЗБАССЕ**

**Павздерин К.А., Елкина Д.И.**

**Научный руководитель канд. техн. наук, доцент Никитина А.М.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк, e-mail: yolkinadasha00@gmail.com, kirill\_03\_04@mail.ru*

В данной статье приведен анализ развития угольной промышленности в России. Представлена динамика добычи угля в Кузбассе за последние пять лет. Приведены наиболее крупные предприятия Кузбасса и перспективы развития угольной промышленности.

Ключевые слова: угольная промышленность Кузбасса, Кузнецкий бассейн, производство угля, перспективы развития угольной промышленности.

Россия является одним из мировых лидеров по производству угля и занимает шестое место по объемам угледобычи после Китая, США, Индии, Австралии и Индонезии (на долю России приходится примерно 4,5% мировой угледобычи) [1,2,3].

Фонд действующих угледобывающих предприятий России по состоянию на 01 января 2019 года насчитывает 176 предприятий (шахты – 57, разрезы – 119). Переработка угля в отрасли осуществляется на 65 обогатительных фабриках и установках, а также на имеющихся в составе большинства угольных компаний сортировках.

В России уголь потребляется во всех субъектах Российской Федерации. Основные потребители угля на внутреннем рынке – это электростанции и коксохимические заводы. Из угледобывающих регионов самым мощным поставщиком угля является Кузнецкий бассейн – здесь производится более половины (58%) всего добываемого угля в стране и 75% углей коксующихся

марок. Здесь было добыто 73,8 млн т угля для коксования, что на 8,6 млн т больше, чем годом ранее (рост на 13%). Объемы угледобычи в Кузбассе, за период с 2014 по 2018 г. в млн т, приведены на рисунке 1.

В связи с тем, что основной вклад в добычу угля по Российской Федерации вносят Западно-Сибирский (62%) и Восточно-Сибирский (18%) экономические районы, следует выделить предприятия, которые в течение пяти лет занимали места в десятке наиболее крупных системообразующих предприятий (таблица 1).

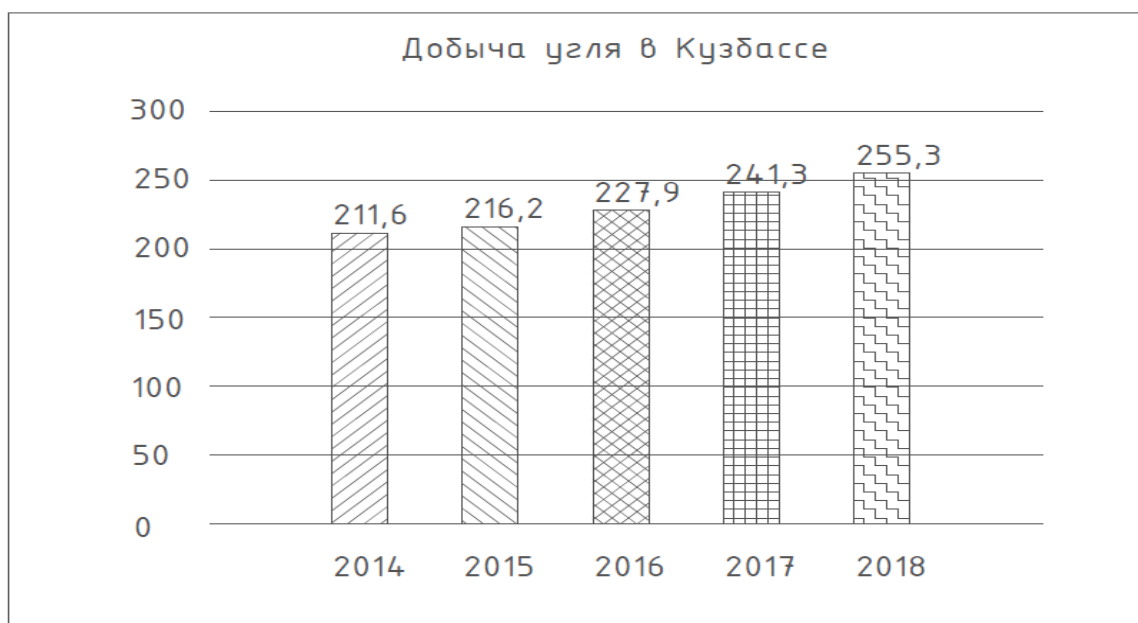


Рисунок 1 – Объемы угледобычи в Кузбассе за последние пять лет

Таблица 1 – Наиболее крупные предприятия Кузбасса

Предприятие	Добыча угля в тыс. т.				
	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.
<b>ОАО «СУЭК-Кузбасс»</b>	33094	30052	37715	38221	37842
<b>АО «УК «Кузбассразрезуголь»</b>					
Филиал «Талдинский угольный разрез»	12780	12858	12815	13367	10813
Филиал «Бачатский угольный разрез»	9669	9846	9501	9845	9795
Филиал «Краснобродский угольный разрез»	7287	7571	7708	7310	7568
Филиал «Моховский угольный разрез»	4753	4926	5222	6435	7380
Филиал «Кедровский угольный разрез»	5072	5202	5134	5190	5217
Филиал «Калтанский угольный разрез»	3912	3989	3964	4204	4209



Продолжение таблицы 1

Предприятие	Добыча угля в тыс. т.				
	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.
<b>ОАО «СУЭК-Кузбасс»</b>	33094	30052	37715	38221	37842
<b>АО ХК «СДС-Уголь»</b>					
ООО «Шахтоуправление «Майское» (разрез «Первомайский»)	3913	5385	5542	6045	6654
АО «Черниговец»	6113	6353	6024	5837	6174
ООО «Шахта Листвяжная»	6002	4769	4336	4181	4845
АО «Салек» (разрез «Восточный»)	3743	4230	4289	4216	4536
«Шахта «Южная» (филиал АО «Черниговец»)	2887	2283	2722	2677	1908
АО «Прокопьевский угольный разрез»	881	1342	1694	1705	1678
<b>ООО «Распадская угольная компания»</b>					
ПАО «Распадская»	10222	10352	10512	11435	12740
ОАО «ОУК «Южкузбассуголь»	11546	10231	11182	10967	10360
<b>ОАО «Мечел-Майнинг»</b>					
ПАО «Южный Кузбасс»	11966	10082	9052	8138	6905
<b>ПАО «Кузбасская Топливная Компания»</b>	10608	11002	11681	13226	15663
<b>ЗАО «Стройсервис»</b>					
ООО «Разрез «Березовский»	-	-	-	5021	5679
ООО «Разрез «Пермяковский»	-	-	-	2868	4115
ООО СП «Барзасское товарищество»	-	-	-	1301	1760
АО «Разрез «Шестаки»	-	-	-	815	759
ООО «Шахта № 12»	-	-	-	460	733
<b>ООО «УК «ЕВРАЗМеждуреченск»</b>					
АО «Междуречье»	-	-	-	6244	6330
АО «Угольная компания «Южная»	-	-	-	3644	3581
АО «Шахта «Большевик»	-	-	-	1223	1619
АО «Шахта «Антоновская»	-	-	-	681	890
<b>ООО «Холдинг Сибуглемет»</b>					
ОАО «Междуречье»	6552	6761	6367	-	-
ОАО «Угольная компания «Южная»	2255	2332	2859	-	-
ОАО «Шахта Большевик»	1224	1066	1561	-	-
ЗАО «Шахта Антоновская»	761	750	852	-	-

По результатам работы в 2018 году наиболее крупными производителями угля для коксования являются: ООО «Распадская угольная компания» (23100 тыс. т, в том числе ПАО «Распадская» – 12740 тыс. т, ОАО «ОУК «Южкузбассуголь» – 10360 тыс. т); ОАО «Мечел-Майнинг» (13094 тыс. т, ПАО «Южный Кузбасс» – 3291 тыс. т); АО «СУЭК» (7686 тыс. т, в том числе АО «СУЭК-Кузбасс» – 7192 тыс. т, ООО «УК «ЕВРАЗ Междуреченск» (6902 тыс. т, в том числе АО «Междуречье» – 4392 тыс. т, АО «Шахта «Больше-

вик» – 1620 тыс. т, АО «Шахта «Антоновская» – 890 тыс. т); АО «УК «Кузбассразрезуголь» (6348 тыс. т); ООО «ММК-УГОЛЬ» (4927 тыс. т); ЗАО «Стройсервис» (4577 тыс. т, в том числе ООО «Разрез «Березовский» – 2808 тыс. т, ООО СП «Барзасское товарищество» – 1253 тыс. т, АО «Разрез «Шестаки» – 295 тыс. т, ООО «Шахта № 12» – 221 тыс. т); АО ХК «СДС-Уголь» (4096 тыс. т); ОАО «Шахта «Полосухинская» (2843 тыс. т).

По итогам угледобычи в Кузбассе за последние годы, наиболее высокая среднесуточная добыча достигнута на следующих предприятиях: АО «СУЭК-Кузбасс»; АО Шахтоуправление «Талдинское-Кыргайское», ООО «Шахта Грамотеинская»; ООО «Шахта Байкаимская»; ООО «Шахта Листвяжная»; «Шахта «Южная» (филиал АО «Черниговец»); ПАО «Распадская».

На сегодня в Кемеровской области 66 тыс. га земель нарушено при разработке месторождений полезных ископаемых. Поэтому вопросы рекультивации в Кузбассе являются приоритетными [4,5].

Стратегически важными задачами для дальнейшего развития производственного потенциала угольного Кузбасса по-прежнему являются повышение качества конечной продукции, глубины переработки добываемого сырья, создание продуктов с высокой добавленной стоимостью, развитие углехимии, обеспечение безопасности ведения работ, решение наряду с угледобычей приоритетных экологических проблем.

Исходя из вышеизложенного следует, что в последние годы идет увеличение темпов добычи угля в Кузбассе, а также продолжатся работы по внедрению наилучших природоохранных технологий на предприятиях, что в свою очередь, способствует экономическому развитию региона.

#### Библиографический список

1. Яновский А.Б. Основные тенденции и перспективы развития угольной промышленности России // Уголь. 2017. № 8. С. 10-14. doi: 10.18796/0041-5790-2017-8-10-14. URL: <http://www.ugolinfo.ru/Free/082017.pdf>.
2. Таразанов И.Г. Итоги работы угольной промышленности России за январь-декабрь 2017 года // Уголь. 2018. № 3. С. 58-73. doi: 10.18796/0041-5790-2018-3-58-73. URL: <http://www.ugolinfo.ru/Free/032018.pdf>
3. Глинина О.И. Угольная промышленность в России: 295 лет истории и новые возможности // Уголь. 2017. № 10.
4. К вопросу охраны окружающей среды в угольной промышленности России / Н.В. Шарипова, А.М. Никитина // 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, 11-15 февраля 2019 г.
5. Разработка технико-технологических решений по рекультивации нарушенных земель в условиях ОАО «Шахта «Есаульская» // Д.М. Борзых,

А.М. Никитина, С.В. Риб / Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения. Труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Сер. "Выпуск 22" Под общ. ред. М.В. Темлянцева. 2018. С. 8-12.

УДК 622.831

## **ОТРАБОТКА ЗАПАСОВ ЛОКАЛЬНЫХ УЧАСТКОВ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ ПОДЗЕМНЫМ СПОСОБОМ**

**Никитина А.М., Риб С.В., Борзых Д.М.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк, e-mail: nik.am\_78@mail.ru*

В данной статье рассмотрена проблема доработки запасов подземным способом. Проведен анализ существующих способов отработки остаточных запасов. Определены системы разработки, используемые для доработки остаточных запасов ОАО «Шахта «Листвяжная пласта Колмогоровский».

Ключевые слова: остаточные запасы, камерная система разработки, камерно-столбовая система разработки, комбинированные технологии.

Отработка высокотехнологичных запасов подземным способом осуществляется, как правило, длинными столбами с обрушением (ДСО) с выемкой угля в лавах, оснащенных средствами комплексной механизации (88% от общего объема подземной добычи). Одной из причин нерационального недропользования и выборочной отработки участков угольных месторождений является повышенная опасность возникновения динамических явлений. Дальнейшее применение систем разработки с длинными комплексно-механизированными забоями приведет в Кузбассе через 20 – 40 лет к интенсивному исчерпанию рентабельных для извлечения промышленных запасов [1-4].

Одним из основных направлений повышения эффективности угольной отрасли является переход на новые технологии отработки остаточных запасов угля посредством использования и модернизации инфраструктуры действующих низкорентабельных шахт на основе концепции и принципов системного подхода [2].

Для отработки участков остаточных запасов используют в основном камерно-столбовую или камерную системы разработки (рисунок 1). Отличительной особенностью технологических схем при камерных и камерно-столбовых системах разработки являются проведение всех выработок, в том числе и транспортных, только по углю и единство оборудования как для подготовительных, так и для очистных работ. Наиболее широкое распространение указанные системы получили в США (50%), Австралии (30%), ЮАР (65%) добычи угля подземным способом [1].

В коротких лавах на пологих и наклонных пластах получило применение различное оборудование – как специально созданное применительно к ограниченной длине очистного забоя и работе в тупиковой его части, так и серийно выпускаемое для длинных очистных забоев. Так, например, в США в 1970 году был создан и успешно испытан на поверхности комплекс для фронтальной отработки очистного забоя для выемки тонких пластов угля и отработки обратным ходом целиков при камерно-столбовой системе разработки. Комплекс состоит из ряда шнеков, оборудованных по внешней реборде резцами для разрушения призабойного массива угля и распределенных на произвольную длину очистного забоя. Шнеки соединены между собой гибкими металлическими связями и каждый из них соединен с домкратом передвижки, что обеспечивает волновое движение шнекового ряда.

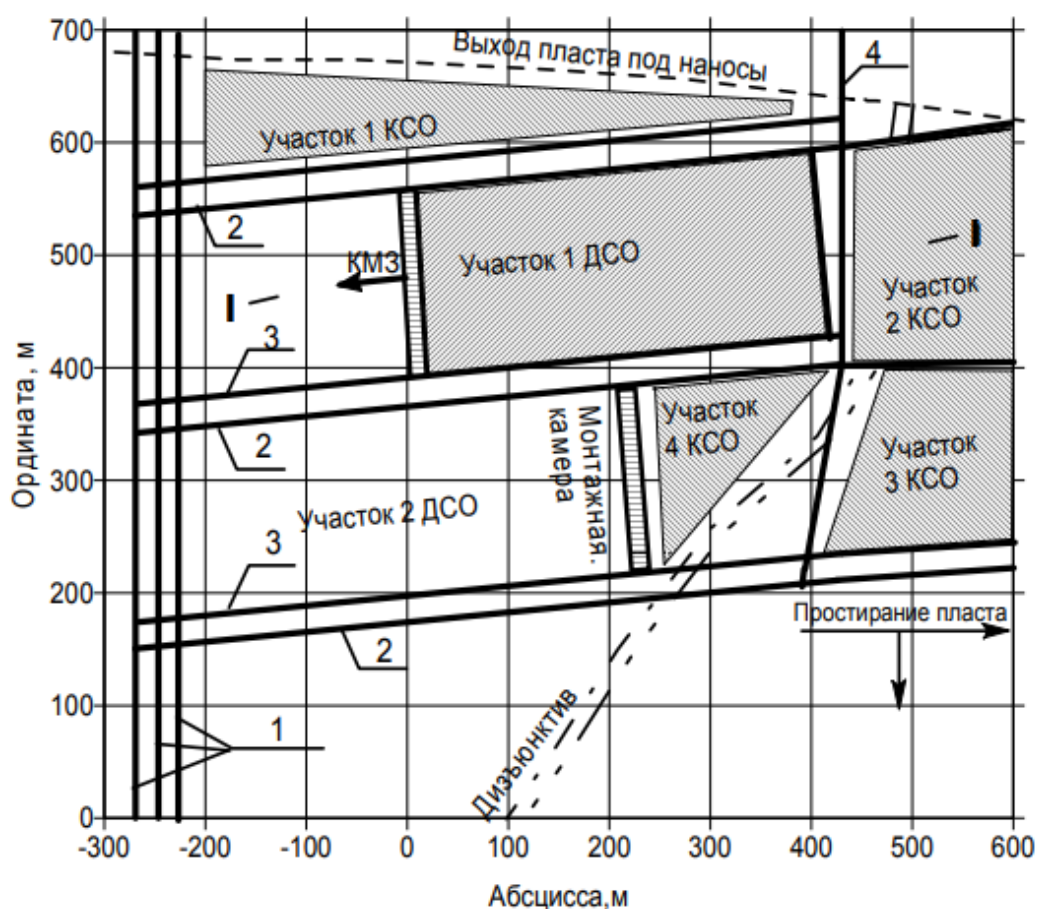


Рисунок 1 – Схема отработки выемочного поля системами разработки (ДСО) и короткозабойными системами (КСО): 1 – подготавливающие выработки, 2 – вентиляционные штреки [1]

Наряду с использованием нетрадиционных выемочных машин существуют другие возможности повышения эффективности коротколавных механизированных комплексов. Одним из решений является создание интегральной технологии высокопроизводительной подготовки и отработки пластов путем увеличения времени непрерывной работы коротколавного меха-

низированного комплекса за счет разворота на 180°. Кроме того, по аналогии с длинными мехкомплексами разворот мехкрепей позволяет повысить эффективность технологии при отработке нарушенных запасов. Областью применения технологии являются угольные пласты с углом падения до 12° (18°), мощностью от 1,2 до 3,5 м. Срок подготовки выемочного участка согласно предварительным расчетам составит 2 – 3 мес., нагрузка на очистной забой до 2000 т/сут.

Другое решение предусматривает создания оборудования, обеспечивающего ведение очистных работ с опережением верхней части лавы по отношению к нижней при угле между линией очистного забоя и линией падения до 15° и формирование штреков вслед за подвиганием очистного забоя, что позволяет использовать коротколавные мехкомплексы для отработки наклонных пластов и эффективной доработки межкамерных целиков на пластах с углом падения 15° и выше.

В ФРГ для проведения штреков, выемки целиков и нестандартных полос угля, отработки камер разработаны выемочно-нарезные комбайны WM-E и WM-K. Они состоят из опорной рамы, исполнительного органа, оснащенного двумя шнеками, углового (WM-E) или T-образного (WM-K) скребкового конвейера с направляющими для комбайна, а также устройств подачи на забой и рихтовки установки.

Технология выемки угля в коротких забоях послужила основой для создания целого ряда комбинированных технологий, призванных повысить эффективность и безопасность добычи угля в широком диапазоне горно-геологических условий. На шахтах ЮАР в горно-геологических условиях, аналогичных условиям шахт США и Австралии, успешно применяют вариант камерно-столбовой системы (в частности на шахте «Сигма») с использованием самоходных секций механизированной крепи. Принятый порядок выемки целиков угля и их параметры позволяют извлекать до 90% угля и отрабатывать три сближенных пласта на глубинах до 200 м. На основании опыта применения камерно-столбовой системы с самоходным оборудованием установлены условия применения коротких забоев: мощность пласта - 1,5-4,5 м; угол залегания - до 10°; глубина горных работ - до 400 м; породы

Все изложенное выше позволяет сделать вывод о том, что коротколавная комплексно-механизированная выемка угля может эффективно применяться при:

- отработке участков неправильной формы в границах действующих шахтных полей;
- отработке утративших свое значение предохранительных целиков (например, при объединении 2-х и более шахт и ликвидации части промышленных объектов);
- доработке ограниченных запасов ликвидируемых шахт;
- создании пионерных участков в период строительства крупных шахт;
- восстановлению шахт, эксплуатация которых с использованием длин-

ных КМЗ является экономически нецелесообразной.

Рассмотрим обработку локальных участков шахты Листвяжная на примере пласта Колмогоровский. Количество запасов по пласту Колмогоровский, подлежащих списанию составило 10576,3 тысяч тонн (таблица 1).

Из них:

- запасы, нецелесообразные к обработке в размере 9225,3 тысяч тонн;
- запасы, списанные с баланса по актам - 1351 тысяч тонн;

Таблица 1 – Сводная таблица остаточных запасов ОАО «Шахта «Листвяжная»

№ блока	Наименование пласта	Мощность пласта, м	Угол залегания, град	Количество запасов в блоке, тыс.т.	Классификация остаточных запасов
1	Колмогоровский	1,45	10	1351,0	неблагоприятные к обработке ДСО
2		2,25	11	1581,0	
3		2,43	5	1717,0	
4		1,85	5	1468,7	
5		1,95	10	2312,8	
6		2,02	5	1304,5	
7		1,87	15	841,4	

К нецелесообразным запасам отнесены запасы на участках:

- неправильной формы с небольшим количеством запасов;
- запасы, непригодные для обработки технологическими схемами и длинными системами разработки, применяемыми на данной шахте.

Так, для обработки остаточных запасов Блоков №1 – 7 предлагается использование таких периферийных технологий как короткие комплексно – механизированные очистные забои с использованием выемочного оборудования типа 1КМКЛ и камерно – столбовую систему разработки с использованием проходческого оборудования.

Блоки №1, №2, №3, №4, №6 предлагается обрабатывать как комплексно – механизированным очистным забоем, так и при помощи камерно – столбовой системы разработки, а блоки №5 и №7 при помощи камерно – столбовой системы разработки.

Таким образом, для обработки остаточных запасов шахт Кузбасса рекомендуется использовать камерно-столбовую систему разработки, что позволит повысить эффективность доработки запасов и улучшить состояние окружающей среды Кузбасса.

#### Библиографический список

1. Дюпин АЛО. Оценка достоинств и недостатков технологии выборочной разработки перспективных угольных месторождений Кузбасса / А.Ю. Дюпин // Нетрадиционные и интенсивные технологии разработки месторождений полезных ископаемых. Труды X Международной конференции / Сибирск. гос. индустр. ун-т. - Новокузнецк: СибГИУ, 2005. - С. 3-4.

2. Оценка эффективности применения отечественного и импортного

оборудования в подготовительном забое / А. А. Обрядин, Е. В. Черешнева, С. В. Риб, А. М. Никитина // 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. 96-99. – URL: <http://library.sibsiu.ru>.

3. Переход очистным забоем зон геологических нарушений в условиях ООО «Шахта «Осинниковская» / А. А. Сухоруков, С. В. Риб, А. М. Никитина, Д. М. Борзых // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения : труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, 14-16 мая 2019 г. – Новокузнецк : Издательский центр СибГИУ, 2019. – Вып. 23. Ч. 7. Технические науки. - С. 272-275. – URL: <http://library.sibsiu.ru>.

4. Разработка технико-технологических решений по увеличению темпов проведения горных выработок в условиях ООО «Шахта «Усковская» / А. Ю. Портнягин, А. М. Никитина, С. В. Риб // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения : труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, 14-16 мая 2019 г. – Новокузнецк : Издательский центр СибГИУ, 2019. – Вып. 23. Ч. 7. Технические науки. - С. 263-267. – URL: <http://library.sibsiu.ru>.

УДК 622.831

## **РАЗРАБОТКА ТЕХНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ ВЕРТИКАЛЬНЫХ СТВОЛОВ В УСЛОВИЯХ ООО «ШАХТА «ЮБИЛЕЙНАЯ»**

**Борзых Д.М., Никитина А.М., Володина А.В.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк, e-mail: [nik.am\\_78@mail.ru](mailto:nik.am_78@mail.ru)*

Проведен анализ отечественного и зарубежного опыта проведения вертикальных стволов. Даны рекомендации по проведению вертикальных выработок в условиях шахты «Юбилейная».

Ключевые слова: строительство, вертикальный ствол, бурение.

Строительство глубоких стволов на территории нашей страны осуществляют как отечественные, так и зарубежные компании. Анализ современных технологических схем проходки вертикальных стволов показал, что выбор способа проходки ствола зависит от геологической и гидрогеологической характеристики пересекаемых пород, а также от условий применения каждого способа ( рисунок 1). Наибольшее распространение для строительства стволов имеет буровзрывной способ проходки. Объемы механизации ра-

бот по бурению шпуров достигли в настоящее время 89%, по погрузке породы - 93%. Проходка вертикальных стволов буровзрывным способом ведется по различным технологическим схемам: последовательная, совмещенная и параллельная. К недостаткам последовательной схемы следует отнести последовательное выполнение работ по выемке породы и возведению крепи. Наличие временной крепи. Значительные затраты времени на выполнение вспомогательных работ, связанных с непрерывными переходами от выемки породы к возведению крепи. В связи с указанными недостатками скорости строительства стволов при этой схеме низкие и составляют 15—25 м/месяц [1,2].



Рисунок 1 – Технологии строительства вертикальных стволов [1]

Совмещенная схема характеризуется производством работ по выемке породы и возведению постоянной крепи непосредственно в призабойном пространстве ствола вслед за продвижением без применения временной крепи. Эта схема является наиболее простой и универсальной, так как обеспечивает комплексную механизацию проходческих работ, высокую их экономическую эффективность. Скорость проходки ствола составляет 75 м/мес. При высоком уровне организации работ достигается скорость проходки 100 м/мес. и более.

Параллельная технологическая схема проходки стволов характеризуется полным или частичным совмещением работ во времени по выемке породы и возведению постоянной крепи. К достоинствам параллельной схемы можно отнести наиболее высокую эффективность процесса труда и использования энергетических, материальных и производственных ресурсов.

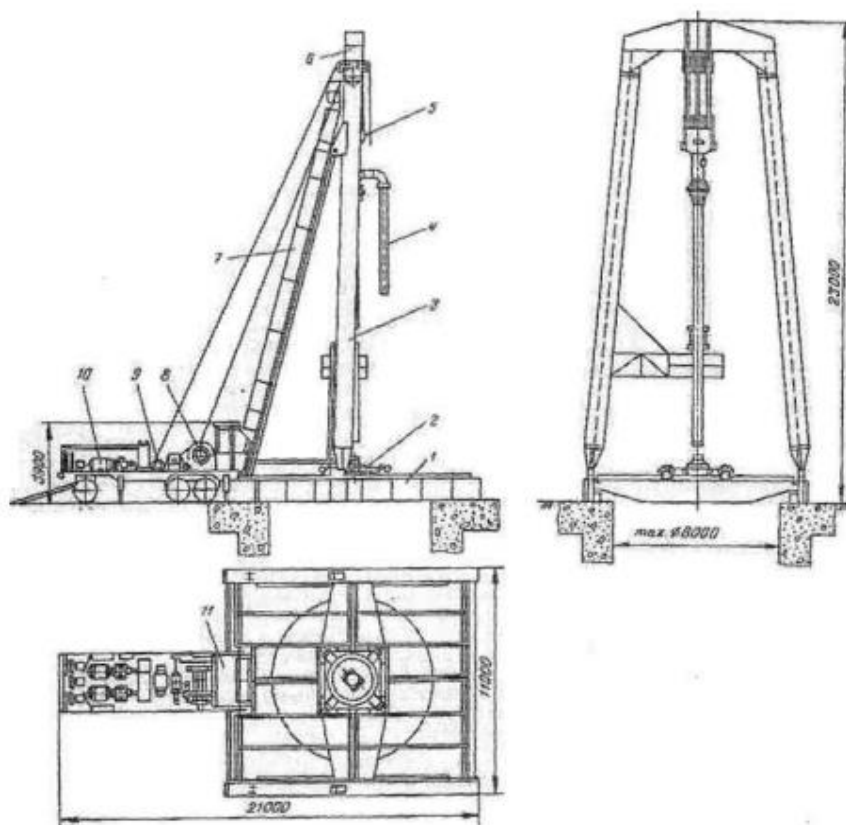
На сегодняшний день, многолетней отечественной и зарубежной прак-



тикой доказана целесообразность проходки вертикальных стволов способом бурения в различных горно-геологических условиях. Способ бурения стволов превосходит все существующие способы, так как он исключает подземный труд рабочих.

Способы проходки стволов бурением можно разделить на две основные категории - это бурение на полное сечение ствола и проходка с расширением передовой скважины бурением. Эффективность бурения стволов, особенно по крепким и абразивным породам в значительной степени зависит от стойкости рабочего инструмента – шарошек.

Сегодня строительство шахт глубиной 1500 – 2000 м стало вполне обычным явлением. Стволобурильная машина в современных условиях должна обеспечивать проходку стволов глубиной от 2 000 до 2 700 м. Наиболее широкое применение для строительства таких глубоких шахт получили штанговые бурильные установки реактивно-турбинного бурения (РТБ) и роторные установки L-35, L-40 фирмы «Вирт» (рисунок 2), так как являются наиболее перспективным и дешевым методом проведения вертикальных выработок большого диаметра и на большую глубину [1-4].



- 1 – опорная рама; 2 – ротор; 3 – бурильная штанга; 4 – пульпоотводящий шланг; 5 – талевый блок; 6 – оголовок; 7 – подкос; 8 – буровая лебедка; 9 – вспомогательная лебедка; 10 – гидравлический привод; 11 – пульт управления [2]

Рисунок 2 – Буровая установка L-40 фирмы «Вирт»

Достоинствами реактивно-турбинного бурения (РТБ) являются забойная мощность, передаваемая для разрушения породы, высокое контактное давление, отсутствие крутящего момента на бурильной колонне, возможность использования серийно выпускаемого оборудования, высокие скорости бурения. В установках реактивно-турбинного бурения можно изменять диаметр забойного агрегата. Расположение привода в забое создаёт благоприятные условия работы бурильной колонны, а сложное движение долот в сочетании с незначительными нагрузками, обеспечивает лучшую, чем при роторном способе вертикальность сооружаемых скважин. Техническая характеристика установок реактивно-турбинного бурения приведена в таблице 1.

Таблица 1 – Техническая характеристика установок РТБ [2]

Параметры	Значение		
	РТБ-1200	РТБ-2060	РТБ-4000
Диаметр бурения, мм	1200	2060	4000
Расход промывочной жидкости, л/сек	100	150	200
Частота вращения долот, об./мин	600-800	600-800	800-800
Масса агрегата, кН	132	380	590

Агрегаты РТБ представляют собой жесткую конструкцию, в которой соединены два или четыре турбобура. В турбобурах гидравлическая энергия потока промывочной жидкости превращается в механическую, направленную на вращение долот.

В условиях ООО «Шахта «Юбилейная» необходимо пройти два вертикальных ствола диаметром 4,0 м. Для проведения выработок предлагается использовать реактивно-турбинный метод бурения с использованием установки РТБ-4000.

Сооружение стволов рекомендуется производить последовательно из-за сложности объектов – сначала бурить ствол до проектной глубины и конечного диаметра, а затем возводить капитальную крепь и производить тампонаж выработанного пространства. Предварительное крепление ствола анкерами или набрызгбетоном рекомендуется производить со специального полка, расположенного выше планшайбы стволопроходческого бурового агрегата.

Для промывки предлагается использовать прямую схему. Насос засасывает из емкости промывочную жидкость и по трубопроводу через вертлюг и бурильную колонну нагнетает ее в бур. Выходя из бура через сопла, промывочная жидкость омывает забой, смывая разбуренную породу и поднима-

ется по стволу на поверхность. На поверхности жидкость по желобам поступает в отстойники, где выпадает разбуренная порода. Очищенная жидкость засасывается насосами и цикл повторяется. При бурении агрегатами РТБ промывочная жидкость из колонны поступает в турбобуры и приводит во вращение их валы.

Решение обладает весьма значимым преимуществом – дешевизна, высокая скорость проходки, повышение качества крепления путем использования эффективных компонентов и составов бетона, применение облегченных видов крепи на основе набрызгбетона и анкеров.

#### Библиографический список

1. Курнаков В.А., Плешко М.С. Перспективы дальнейшего развития техники и технологии строительства вертикальных стволов в России с учетом современных мировых тенденций // Записки Горного института. 2012. №. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/perspektivy-dalneyshego-razvitiya-tehniki-i-tehnologii-stroitelstva-vertikalnyh-stvolov-v-rossii-s-uchetom-sovremennyh-mirovyh>

2. Левит В.В., Борщевский С.В., Прокопов А.Ю. Основные направления совершенствования бурения шахтных стволов большого диаметра // ГИАБ. 2012. №6. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osnovnyie-napravleniya-sovershenstvovaniya-bureniya-shahtnyh-stvolov-bolshogo-diametra>

3. Коземаслов В.А. Особенности проведения монтажных камер и производства монтажных работ в сложных горно-геологических условиях на шахтах / В.А. Коземаслов, А.М. Никитина // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения : труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, 14–15 мая 2013 г. Вып. 17. Ч. 2 : Технические науки / Сиб. гос. индустр. ун-т ; под общ. ред. М. В. Темлянцева. – Новокузнецк : Изд. центр СибГИУ, 2013. – С. 53-54.

4. Разработка технологических и технических решений по повышению эффективности поддержания и ремонта подготовительных выработок в условиях шахты «Осинниковская» / А. М. Никитина, Д. М. Борзых // 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. 92-96. – URL: <http://library.sibsiu.ru>.

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ И ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ  
ПО ПОВЫШЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ  
ПРОЦЕССОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ДЕГАЗАЦИИ НА ШАХТЕ  
«ИМ. В.И. ЛЕНИНА»**

**Воронцова А.В., Никитина А.М., Борзых Д.М.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк, e-mail: nik.am\_78@mail.ru*

Обоснована актуальность повышения безопасности технологических процессов с применением дегазации при введении горных работ на шахтах. Проведен обзор методов интенсификации дегазации угольных пластов. Разработаны технологические и технические решения по повышению безопасности технологических процессов с применением барьерной дегазации при проведении горно-подготовительных работ на шахте «им. В.И. Ленина»

Ключевые слова: дегазация, скважины, газообильность, метан, дегазационные газопроводы.

*Дегазация угольных пластов на сегодняшний день является одной из актуальных тем для обеспечения безопасности угольного производства. У всех на слуху крупные аварии на угольных шахтах, каждая из которых унесла жизни не одного десятка шахтеров. Аварии могут возникать в случаях, когда метан поступает в шахтное пространство из угольного пласта и окружающих пород вследствие их нарушения, в результате горных работ. Количество газа, выделяемого в шахтный воздух, зависит как от показателей выемки угля, так и от газоносности угольного пласта и окружающих пород [1-6].*

Первые сведения о дегазации суфлярных выделений относятся к XVII в. (Китай) и XVIII в. (Англия). В нашей стране научные основы управления газовыделением заложены работами 1900 - 1917 гг. А.А. Скочинского («Рудничный воздух и основной закон движения его по рудничным выработкам», 1904), М.М. Протодыяконова, А.С. Попова (Решение задачи о вентиляционном сопротивлении диагонально разветвленных выработок различными способами) и Н.Н. Черницына («Рудничный газ»). Основные принципы решения проблемы управления газовыделением сформулированы А.А. Скочинским (1925 г.) [2].

*Согласно действующим правилам безопасности (ПБ) дегазация (заблаговременная, предварительная и передовая) обязательна при превышении природной метаноносности пластов в  $13 \text{ м}^3/\text{т}$  сухой беззольной массы (с.б.м.). В настоящее время основное количество метана извлекается способами текущей дегазации, использующих эффект разгрузки углепородного массива. Широко применяется дегазация угольных пластов-спутников скважинами, пробуренными из горных выработок. Наиболее успешно этот спо-*

соб применяется на шахтах Воркутинского бассейна и обеспечивает эффективность до 60 % [1].

В Кузбассе и Караганде широко используется дегазация вертикальными скважинами с поверхности. Способ обеспечивает разделение дегазационных и очистных работ в пространстве, но имеет весьма серьезный недостаток: хотя выделение из вертикальных скважин большое, влияние их на газовыделение в выработки относительно невелико. Это объясняется тем, что значительную долю извлекаемого ими метана составляет метан, выделяющийся из пластов, пропластков и слоев пород, удаленных от разрабатываемого пласта.

В последнее время все большее распространение получают схемы, предусматривающие использование газодренажных выработок по разгружаемому пласту или газоносным породам. Однако параметры извлекаемой метановоздушной смеси изменяются в широких диапазонах.

Дегазация барьерными скважинами осуществляется для снижения газообильности подготовительных выработок. Концентрация метана в извлекаемом этими скважинами газе, как правило, составляет 2 - 10 %, что определяет низкую эффективность способа и его ограниченное применение.

Значительно повысить эффективность пластовой дегазации удалось при комплексном способе, когда пластовые скважины были использованы в зонах гидрорасчленения. Рост газовыделения в скважины при этом составил 3 –7, а концентрация метана изменилась от 21 до 90 % и в среднем составляла 48 %, что выше, чем у обычных пластовых.

Компания «Газпром добыча Кузнецк» внедрила горизонтальное бурение скважин для добычи метана в Прокопьевском районе, которая позволяет не только увеличить объемы извлекаемого газа, но и подготовить угольный пласт к последующим более безопасным горным работам (см. рисунок 1). В отличие от вертикальных скважин горизонтальные проходят прямо по поверхности пласта и тем самым максимально извлекают метан по всей протяженности "трубы". "Это позволяет совмещать две технологии - добычу газа и последующую угледобычу на разных горизонтах.



Рисунок 1 – Извлечение метана из угольных пластов с помощью горизонтального бурения скважин [6]

В настоящее время передовые исследования по применению многофункциональной наклонной буровой установки в целях дегазации угольных шахт осуществляют компании, входящие в АО «СУЭК». Использование многофункциональной наклонной буровой установки для заблаговременной дегазации позволяет повысить эффективность дегазации угольных пластов, одновременно снизив затраты на ее выполнение за счет следующих возможностей:

- минимизация погоножа бурения проходкой скважин вдоль пластов с разбуриванием сети вспомогательных выработок во вмещающие породы и угольный пласт (пласты), что позволяет охватить одной скважиной всю протяженность пласта, минимизировав проходку по верхней толще вмещающих пород;
- возможность бурения на 1500–2000 м и более;
- высокая коммерческая скорость буровых работ до 3000 п. м. в месяц.



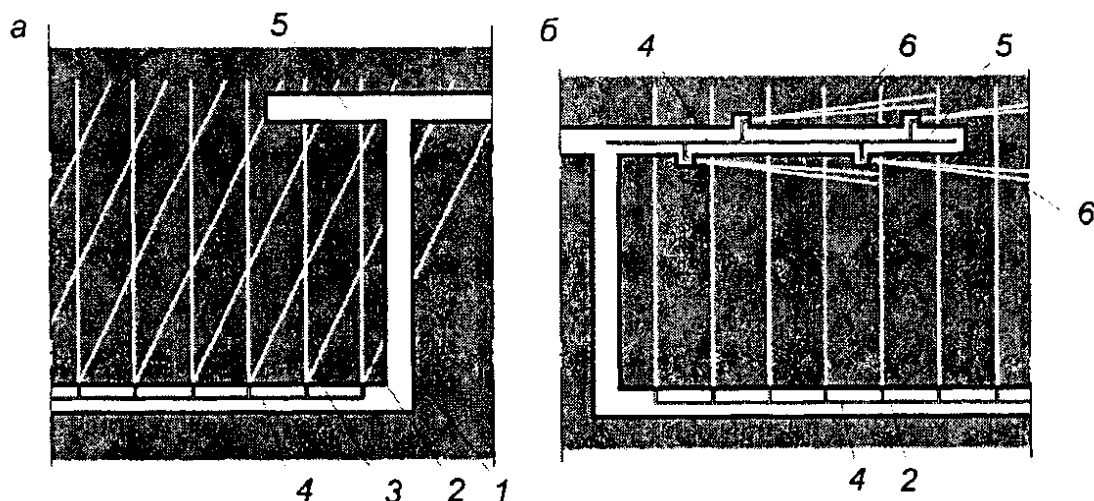
Рисунок 2 – Заблаговременная дегазация с использованием многофункциональной наклонной буровой установки [1]

Так же, одним из перспективных направлений развития добычи метана является формирование кустовых скважин, что также позволяет и увеличить объемы извлечения газа и снизить издержки, а также улучшить безопасность труда шахтеров путем предварительной дегазации угольных пластов строящихся шахт.

ПАО «Южный Кузбасс «Шахта им. В.И. Ленина»» прогнозируется как опасная по внезапным выбросам. Относительная газообильность шахты в расчетном периоде составляет  $32,1\text{ м}^3/\text{т}$ , абсолютная  $360,35\text{ м}^3/\text{мин}$ . Основными средствами борьбы с метаном являются эффективное проветривание гор-

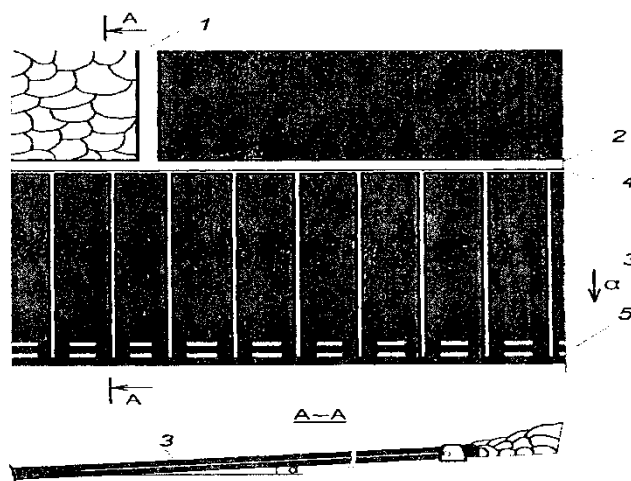
ных выработок по надежной устойчивой схеме и комплекс мероприятий по снижению газообильности очистных и подготовительных забоев.

Предварительная дегазация угольного пласта IV-V на шахте проводится до начала проходческих работ по схемам, приведенным на рисунках 3 и 4. Срок каптажа газа устанавливается условием достижения проектного коэффициента дегазации с учетом показателей газоотдачи пласта в скважины.



а - перекрещивающиеся скважины; б - параллельные и барьерные скважины.  
1 - монтажная камера; 2 - скважина, параллельная забою; 3 - скважина, ориентированная на забой; 4 - дегазационный трубопровод; 5 - забой подготовительной выработки; 6 - скважина барьерная.

Рисунок 3 – Схема дегазации пласта восстающими скважинами, пробуренными за контуры проводимых выработок



1 - лава; 2 - штрек вентиляционный действующей лавы; 3 - скважина нисходящая; 4 - газопровод; 5 - штрек будущей лавы;  $\alpha$  - угол падения пласта

Рисунок 4 – Схема дегазации пологого пласта нисходящими скважинами, пробуренными за контуры будущей выработки



В целях сокращения сроков предварительной дегазации пласта проводится гидроразрыв угольного массива с целью повышения его газопроницаемости.

Для повышения эффективности дегазации угольного пласта IV-V предлагается использовать схему дегазации барьерными дегазационными скважинами, буримыми из ниш (сбоек) под углом к оси выработки 3-5°. Расстояние между нишами принимать на 15-20 м меньше длины скважины. Устья скважин располагать на расстоянии 2-2,5 м от стенки выработки. Глубину герметизации скважин, пробуренных по пласту, принимать не менее 10 метров.

Контроль концентрации метана рекомендуется осуществлять переносными автоматическими приборами типа «Атест, Спутник-1М» у бурового станка при бурении скважин. В выработках с исходящей струёй воздуха контроль концентрации метана переносными автоматическими приборами может не осуществляться при наличии у людей, работающих в указанных выработках, индивидуальных автоматических сигнализаторов метана.

Дегазационные скважины после окончания бурения немедленно подключаются к газопроводу (вакуум-насосу) или должны быть герметично закрыты. Соединение дегазационных скважин должно осуществляться при помощи гибких гофрированных шланг (рисунок 5).

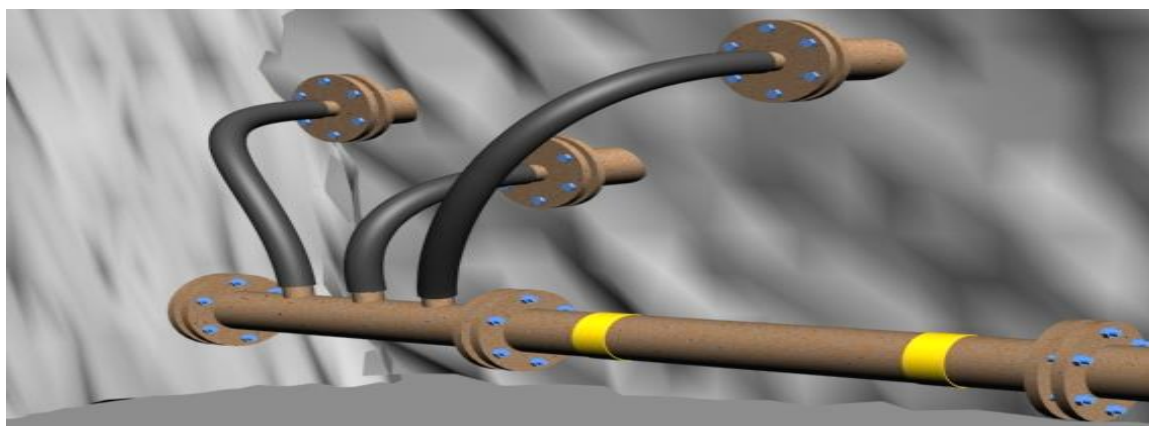


Рисунок 5 – Подключение дегазационных скважин к газопроводу

Допускается устанавливать одну задвижку и одно замерное устройство на группу скважин, пробуренных по угольному пласту, рисунок 6.

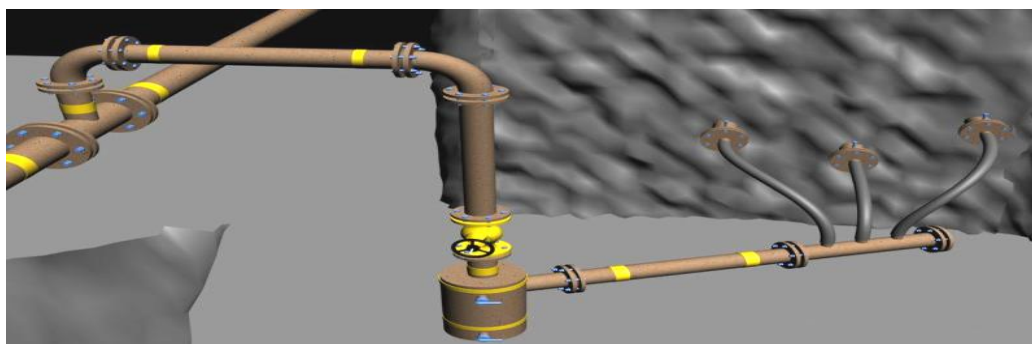


Рисунок 6 – Установка задвижки и замерного устройства на группу скважин



Устья использованных и отключенных от газопровода скважин перекрываются металлическими заглушками с прокладками из трудносгораемого материала, рисунок 7.

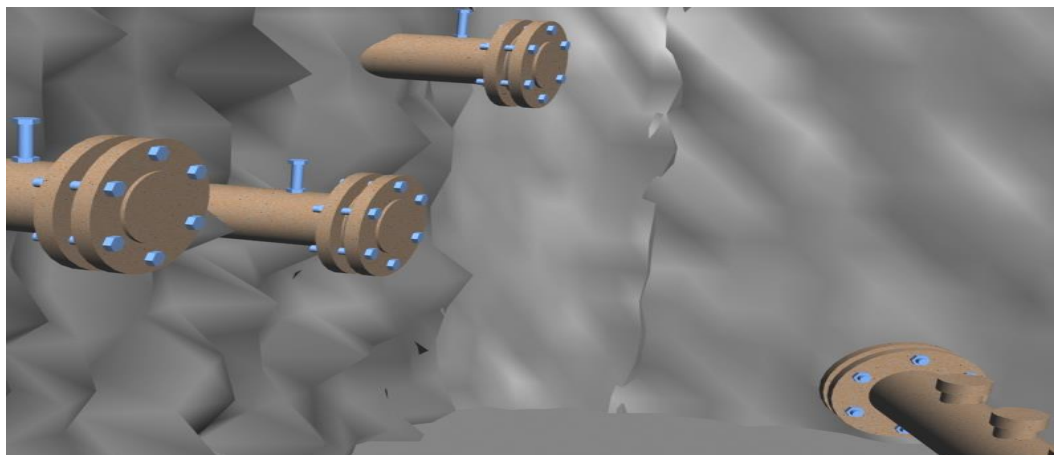


Рисунок 7 – Устья использованных и отключенных от газопровода скважин

Дегазационные газопроводы монтируются из стальных труб с толщиной стенок не менее 2.5 мм или из труб других материалов, допущенных к применению в подземных выработках для целей дегазации. Трубы подземных трубопроводов соединяются посредством фланцев или муфт.

*Выводы.* Мировой и отечественный опыт разработки газоносных угольных месторождений свидетельствует о наличии технологических решений по интенсификации заблаговременной или текущей дегазации угольных пластов, однако весомым сдерживающим фактором является высокие затраты на реализацию технологий и недостаточно высокая эффективность.

Рекомендуется в условиях шахты «им. В.И. Ленина» для снижения газообильности проводить предварительную дегазацию пластов или текущую дегазацию угольного массива вблизи проводимой выработки с помощью барьерных скважин, буримых из ниш под углом к оси выработки 3-5°. Скважины бурить буровыми станками типа БЖ-45, АБГ 300, PD300, СБУ-200М, Hazemag EPR.

#### Библиографический список

1. Твердов А.А., Байсаров Э.Э. Передовые технологии бурения наклонно-горизонтальных скважин при разработке твердых полезных ископаемых // Горная промышленность. 2017. №3 (133). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/peredovye-tehnologii-bureniya-naklonno-gorizontalnyh-skvazhin-pri-razrabotke-tverdyh-poleznyh-iskopaemyh>.

2. Кемеровская область осваивает новую для России технологию добычи метана [Электронный ресурс] – режим доступа: [http://www.pro-gas.ru/tehn/news\\_gas/3154\\_print.htm](http://www.pro-gas.ru/tehn/news_gas/3154_print.htm).

3. Повышение эффективности дегазации путем увеличения газоотдачи угольного пласта / А.В. Найданова, С.В. Риб, А.М. Никитина // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения : труды Всероссийской научной конфе-

ренции студентов, аспирантов и молодых ученых, 13–15 мая 2014 г. Вып. 18. Ч. 2 : Технические науки / Сиб. гос. индустр. ун-т ; под общ. ред. М. В. Темлянцева. – Новокузнецк : Изд. центр СибГИУ, 2014. – С. 18–21.

4. Борзых Д.М. Предупреждение и тушение эндогенных пожаров на ОАО «Шахта имени В.И. Ленина» / Д.М. Борзых, А.М. Никитина, С.В. Риб // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения : труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, 13–15 мая 2015 г. Вып. 19. Ч. 2 : Технические науки / Сиб. гос. индустр. ун-т ; под общ. ред. М. В. Темлянцева. – Новокузнецк : Изд. центр СибГИУ, 2015. – С. 26–28.

5. Разработка технико-технологических решений по дегазации при ведении горно-подготовительных работ в условиях ОАО «Шахта «Есаульская» / С. А. Зазулин, А. М. Никитина, С. В. Риб, Д. М. Борзых // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения : труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, 14-16 мая 2019 г. – Новокузнецк : Издательский центр СибГИУ, 2019. – Вып. 23. Ч. 7. Технические науки. - С. 236-241. – URL: <http://library.sibsiu.ru>.

6. Управление газовой выделением на выемочных участках шахты «Октябрьская» / А. М. Никитина, С. В. Риб, Д. М. Борзых // 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. 100-103. – URL: <http://library.sibsiu.ru>.

УДК 622.831

## **УВЕЛИЧЕНИЕ ТЕМПОВ ПРОВЕДЕНИЯ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК В УСЛОВИЯХ ШАХТ КУЗБАССА**

**Никитина А.М., Риб С.В., Борзых Д.М.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк, e-mail: [nik.am\\_78@mail.ru](mailto:nik.am_78@mail.ru)*

Рассмотрена проблема обеспечения своевременной подготовки выемочных столбов. Разработаны технико-технологические решения по увеличению темпов проведения горных выработок в условиях шахт Кузбасса.

Ключевые слова: горнопроходческие работы, проходка, темпы проведения, поэтапное анкерное крепление, проходческие комбайны, совмещение операций.

Ежегодно на шахтах Российской Федерации сооружается около 430 км подготовительных выработок, при этом на долю только Кузнецкого угольного бассейна приходится почти 50%. Опытом эксплуатации горных выработок на шахтах Кузбасса в различных горно-геологических и горнотехниче-

ских условиях установлено, что основной причиной низких темпов их проведения в последние годы являются большие затраты времени на выемку и крепление выработок. Временной рост по выемке угля на данном этапе связан с увеличением площади поперечного сечения выработок, а по креплению выработок – с увеличением параметров анкерной крепи (длины, плотности установки, использования усиливающих канатных анкеров и т.д.) [1].

Решение проблемы обеспечения своевременной подготовки и воспроизводства очистного фронта связано с разработкой и внедрением рациональных технологических схем подготовки выемочных столбов с целью уменьшения объемов и упрощения ведения доставочных и монтажных работ, безремонтного поддержания выработок, с одной стороны, а также с разработкой и внедрением технологических схем скоростного проведения выработок с целью снижения трудоемкости горно-подготовительных работ и сокращения сроков подготовки выемочных полей, с другой стороны [2, 3].

Переход большинства шахт на многоштрековую подготовку выемочных столбов позволил снизить ограничения по газовому фактору в очистном забое и разделить в пространстве транспортные и вентиляционные потоки, но при этом общая протяженность необходимых подготовительных выработок увеличилась в 1,5-2 раза. Кроме того, в последние годы на угольных шахтах произошли коренные изменения как в горно-геологических условиях залегания пластов, так и в горнотехнических условиях их разработки.

На сегодняшний день, основой парка проходческой техники являются комбайны российских производителей (около 60%). Так, по Кузнецкому угольному бассейну 95% приходится на комбайны Копейского машиностроительного завода: ГКПС, КП330, КП220, КП150, КП21 и КП21-150.

В настоящее время достигнутые скорости проведения выработок с учетом различных факторов и условий составляют 180-300 м/мес. Данные скорости не отвечают в полной мере требованиям своевременной подготовки выемочных столбов для эффективной их отработки с высокими нагрузками. Для обеспечения необходимых скоростей проходки подготовительных забоев необходим выбор современной высокопроизводительной техники. Технические и эксплуатационные характеристики, которой должны соответствовать конкретным горно-геологическим условиям участков.

Таким образом, разработка технико-технологических решений по увеличению темпов проведения горных выработок в условиях шахт Кузбасса является весьма актуальным.

С целью повышения скорости проведения горных выработок в условиях шахт Кузбасса предлагается совершенствование горнопроходческих работ по следующим основным направлениям:

1. Использование технологической схемы поэтапного анкерного крепления с передвижным анкероустановщиком, что позволит значительно снизить трудоемкость работ, а соответственно, увеличить скорость возведения анкерной крепи на всех этапах крепления выработки, рисунок 1.

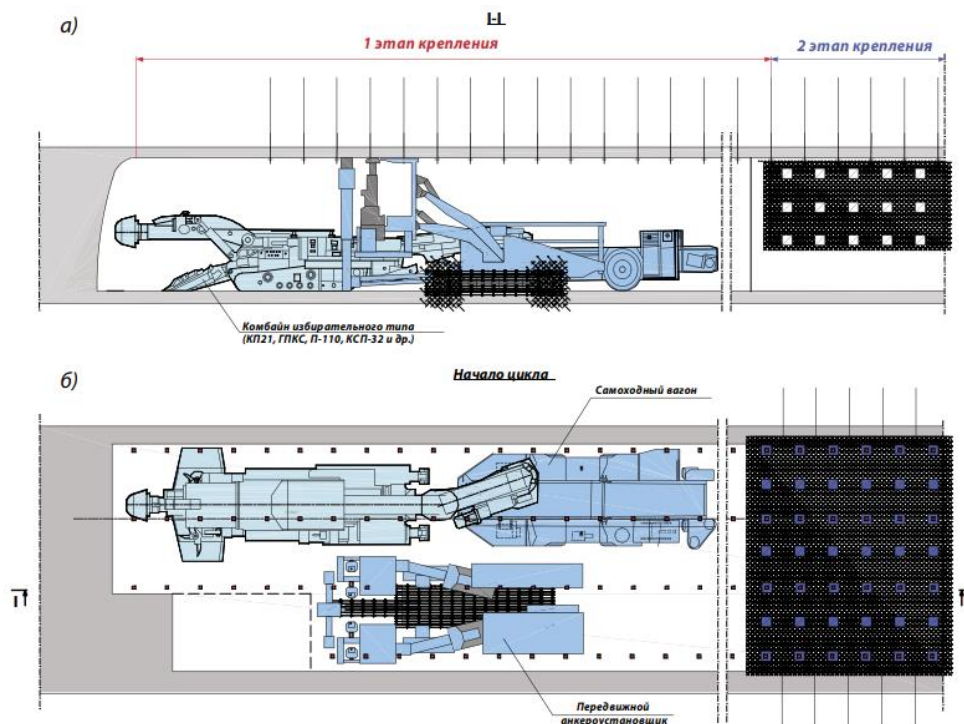


Рисунок 1 – Технологическая схема КСО [1]

Выемка угля может производиться как комбайном избирательного типа, так и фронтального типа. Транспортирование горной массы может осуществляться скребковым конвейером, ленточным перегружателем или самоходным вагоном. Проходческий цикл проведения выработки включает в себя:

– первый этап – проведение заходки шириной  $B_1$ , длиной  $L_1$ ; – второй этап – проведение заходки II шириной  $B_2$ , длиной  $L_2$ . На первом этапе после выемки угля в заходке I на ширину  $B_1$  и длину  $L_1$  комбайн отгоняется на расстояние  $L_1$  от груды забоя и начинает выемку угля в заходке II на ширину  $B_2$  и длину  $L_2$ . Одновременно с этим под защитой анкерной крепи, установленной в предыдущем цикле в заходке I, производится тщательная оборка кровли, боков и поверхности забоя пикой длиной не менее 3 м. После этого под защитой анкерной крепи в кровлю с помощью передвижного анкероустановщика устанавливается временная анкерная крепь АСК. После выемки угля в заходке II комбайн переезжает для продолжения выемки угля в заходке I, а передвижной анкероустановщик переезжает для установки временной анкерной крепи АСК в заходке II (рисунок 1). После чего цикл повторяется. На втором этапе в ремонтную смену при простоях в добычные смены устанавливается постоянная крепь в соответствии с паспортом крепления с добавлением анкеров в ряду до расчетной плотности [1].

2. Проведение парных подготовительных выработок двумя комбайнами избирательного действия.

3. Использование проходческих комбайнов MB-670 (Sandvik) и 12CM30 (JOY) для совмещения основных операций во времени, что позволит значительно сократить продолжительность рабочего цикла и увеличит

скорость проходки подготовительных выработок до 600-800 м/мес.

4. Для разработки проектно-технической документации, обеспечивающей безопасную, высокоэффективную работу по добыче угля рекомендуется делать опережающий прогноз горно-геологических и горнотехнических условий отработки угольных пластов.

*Вывод:* совершенствование горнопроходческих работ по рассмотренным основным направлениям позволит значительно снизить трудоемкость работ, повысить безопасность, увеличить скорость проходки подготовительных выработок.

#### Библиографический список

1. Баскаков В.П., Добровольский М.И. Опыт скоростного проведения подготовительных выработок с применением поэтапного крепления // Уголь. 2011. № 10. С. 5-8. URL: <http://www.ugolinfo.ru/Free/102011.pdf>.

2. Оценка эффективности применения отечественного и импортного оборудования в подготовительном забое / А. А. Обрядин, Е. В. Черешнева, С. В. Риб, А. М. Никитина // 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. 96-99. – URL: <http://library.sibsiu.ru>.

3. Разработка технико-технологических решений по увеличению темпов проведения горных выработок в условиях ООО «Шахта «Усковская» / А. Ю. Портнягин, А. М. Никитина, С. В. Риб // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения : труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, 14-16 мая 2019 г. – Новокузнецк : Издательский центр СибГИУ, 2019. – Вып. 23. Ч. 7. Технические науки. - С. 263-267. – URL: <http://library.sibsiu.ru>.

УДК 622.831

### **ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОДДЕРЖАНИЯ И РЕМОНТА ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ ВЫРАБОТОК В УСЛОВИЯХ УГОЛЬНЫХ ШАХТ**

**Никитина А.М., Риб С.В.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк, e-mail: sasha.voronzowa2012@yandex.ru*

Рассмотрена проблема поддержания и ремонта подготовительных выработок в условиях угольных шахт. Проведен анализ способов и технических средств поддержания и ремонта выработок на отечественных и зарубежных шахтах. Предложен комплексный подход в технологии поддержания

подготовительных горных выработок в условиях шахты «Осинниковская».

Ключевые слова: поддержание подготовительных выработок, деформация крепи, повышение устойчивости выработок, анкерное крепление.

В целях повышения безопасности работ на угольных шахтах особенно важное значение имеет безремонтное поддержание подготовительных горных выработок. Неудовлетворительное 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 подготовительных выработках, попадающих в зону влияния очистных работ. Существующие способы крепления и поддержания подготовительных выработок требуют учета взаимовлияния с очистными забоями. При выборе и обосновании способов охраны и конструкции крепи подготовительных выработок необходимо стремиться к снижению затрат. Представляет интерес состояние подготовительных горных выработок на различных этапах эксплуатации [1].

Шахта «Осинниковская» является мощным современным предприятием, которое ориентируется на интенсивный путь развития на базе новейших техники и технологий. Принятый курс требует реализации комплекса мероприятий, обеспечивающих эффективное выполнение всех операций технологического цикла. Для обоснования эффективных направлений повышения устойчивости подготовительных выработок необходим комплексный анализ существующего их состояния и оценки степени сложности условий разработки угольных пластов. В течение времени эксплуатации во многих выработках преобладают: вертикальная и горизонтальная конвергенция, пучение пород почвы различной интенсивности, что является причиной уменьшения сечения выработки до неудовлетворительного состояния.

В связи с этим, в настоящей работе поставлена цель - разработать технологические и технические решения по повышению эффективности поддержания и ремонта подготовительных выработок в условиях шахты «Осинниковская».

Для достижения цели проведен анализ способов и технических средств поддержания и ремонта выработок на отечественных и зарубежных шахтах. Установлено, что наиболее существенные изменения в технологиях анкерного крепления связаны с внедрением канатных анкеров АК01 производства ООО «РАНК 2» и успешным решением задач поддержания и сохранения подземных горных выработок в различных горно-геологических и горнотехнических условиях [2,6,7].

Использование канатных анкеров в качестве крепи усиления позволяет снизить материальные затраты на поддержание выработки, уменьшить доставочно-транспортные расходы, снизить трудоемкость и повысить безопасность при отработке лавы за счет отсутствия операций по монтажу и демонтажу стоек, рисунок 1.

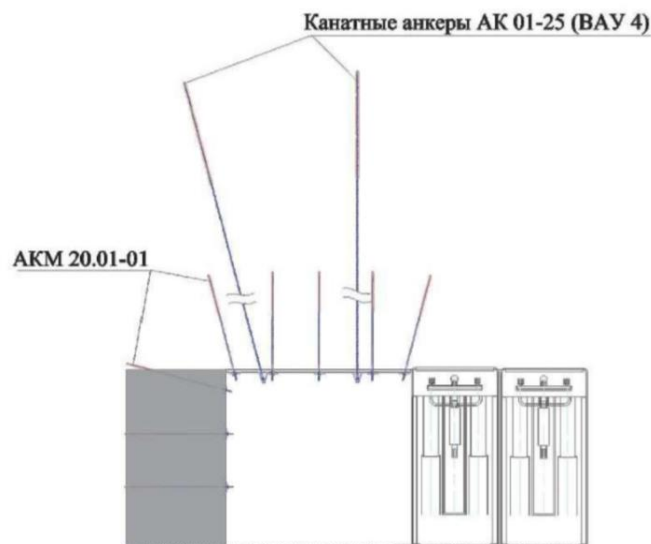


Рисунок 1 - Схема усиления крепи выработки канатными анкерами для работы без применения штрековой механизированной крепи сопряжения

Установлено, что основным типом штрековой крепи в Польше является стальная арочная крепь. Базовым элементом такой крепи служит рама, обычно состоящая из трех или четырех частей V-образного профиля. Если требуется усилить арочную крепь штрека впереди забоя, более чем в 70% случаев используются стойки трения [4].

Современная проблема поддержания подземных выработок в удовлетворительном состоянии заключается в следующем: – повышение интенсивности проявлений горного давления с увеличением глубины разработки; – слабое использование прогрессивных достижений горной науки и техники для создания условий повышения устойчивости выработок; – низкий уровень механизации работ по ремонту выработок; – неудовлетворительное инженерно–техническое обслуживание комплекса работ по содержанию выработок; – материальные и финансовые затруднения шахт.

Обследование состояния угольных целиков над вентиляционными штреками показывает, что угольные целики в большинстве случаев раздавливаются, края их осыпаются, но ядро целика сохраняется и совместно с обрушенными породами в приштрековой зоне они представляют собой угольно-породную полосу, обладающую определенной несущей способностью.

Однако встречаются случаи, когда в результате частых перекреплений бывших конвейерных штреков, особенно на пластах с мягкими углями, целики полностью высыпались, и над действующими вентиляционными штреками образовывались пустоты.

В работе предлагается комплексный подход в технологии поддержания подготовительных горных выработок в условиях шахты «Осинниковская».

Рекомендуется технологическая схема проведения парных подготовительных выработок двумя комбайнами избирательного действия (КП-21, КСП-32) с формированием угольного целика для охраны от вредного влия-



ния опорного давления при ведении очистных работ [2].

В качестве крепи рекомендуется использовать сталеполимерную анкерную крепь (анкеры А20В в кровлю, в бока могут применяться деревянные).

В опасных зонах в качестве крепления подготовительных выработок (конвейерных и вентиляционных штреков) четвертого блока №4 пласта Е5 предусмотрено использовать металлическую рамную податливую крепь (А19-27), с надежной забутовкой закрепного пространства и расклинивания рам крепи. Кроме этого, установку анкерной крепи в выработках следует осуществлять в породе непосредственной кровли с выпуском пород ложной кровли.

Предлагается комплексный подход к повышению эффективности поддержания горных выработок, включающий три этапа (определение фактических горно-геологических условий поддержания выработок; оптимизация параметров поддержания подготовительных горных выработок при обеспечении безопасности и эффективности с использованием программного обеспечения "РПАК" и мониторинг за состоянием выработок и ведением горных работ) [5].

Для поддержания диагональных печей предлагается использовать сталеполимерную анкерную крепь с усилением канатными анкерами АК01 (АК01-25), АК02 и ВАУ1.4.

В целом, предлагаемые мероприятия при надлежащем выполнении, повысят эффективность поддержания горных выработок и в свою очередь, позволят горному предприятию выйти на высокий технико-экономический уровень.

#### Библиографический список

1. Технологические схемы подготовки и отработки выемочных участков на шахтах ОАО «СУЭК-Кузбасс» [Текст] – М.: Горное дело: Киммеринский центр, 2014. - 256 с.

2. Исследование влияния дизъюнктивных нарушений на состояние массива горных пород в окрестности подготовительной выработки / С. В. Риб, В.В. Басов, А. М. Никитина // Вестник Сибирского государственного индустриального университета. – 2016. – № 1 (15). – С. 17–20.

3. Риб С.В., Борзых Д.М., Никитина А.М. Обоснование параметров анкерного крепления горных выработок, проводимых по 1-му слою пласта III в условиях дизъюнктивных и пликтивных нарушений с дробленными и обводненными породами в условиях ОАО «Шахта «Сибиргинская»//Вестник СибГИУ. 2013. № 3 (5). С. 62 -67

4. Прусек С. Современное состояние технологии крепления штреков в угольной промышленности Польши [Текст] / С. Прусек, В. Мазни // Глюкауф. – 2013. - №2. - С. 48-52.

5. Программное обеспечение РПАК для автоматизации расчета параметров анкерной крепи [Текст] / Е. А. Разумов, А. В. Айкин, П. В. Гречишкин, В. И. Петров, А. С. Позолотин // Уголь. — 2015. — №5. — С. 28-32.

6. Адаптация методов оценки риска обрушения подземных горных выработок к условиям шахт юга Кузбасса / Домрачев А.Н., Риб С.В., Никитина



А.М. // Известия Тульского государственного университета. Науки о земле. – 2016. – № 4. – С. 81–90.

7. Применение инновационных технических средств для корректировки существующей методики выбора параметров анкерной крепи горных выработок / Борзых Д.М., Риб С.В., Фрянов В.Н., Зиганшин А.Г., Никитина А.М. // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2015. – № 3. – С. 354–359.

УДК 622.831

## **РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ТУШЕНИЯ ЭНДОГЕННЫХ ПОЖАРОВ В УСЛОВИЯХ ЭКСПЛУАТАЦИИ ОАО «ШАХТА ИМ. В.И. ЛЕНИНА»**

**Никитина А.М., Риб С.В.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк, e-mail: nik.am\_78@mail.ru*

Рассмотрены меры предупреждения эндогенных пожаров при ведении горных работ. Проведен анализ известных способов, замедляющих процесс самовозгорания угля, определены наиболее эффективные способы предупреждения, локализации и тушения эндогенных пожаров в условиях ОАО «шахта им. В.И. Ленина».

Ключевые слова: эндогенный пожар, самовозгорание угля, инертная пена, азот.

Подземные эндогенные пожары относятся к наиболее тяжелым авариям на угольных шахтах Кузбасса и других угледобывающих регионах. Последствия, связанные с их возникновением, приводят к консервации огромных запасов угля, подготовленных к выемке, сдерживают развитие горных работ, приносят большой материальный ущерб, а в ряде случаев создают угрозу здоровью и жизни горнорабочих. Проведение горноспасательных работ при их ликвидации сопряжено также с опасностью для жизни горноспасателей. Поэтому на шахтах при разработке углей, склонных к самовозгоранию, выполняются большие объемы пожарно-профилактических мероприятий.

Однако, несмотря на принимаемые меры, количество ежегодно возникающих пожаров остается высоким. Более того, за последние годы наблюдается некоторый рост количества пожаров от самовозгорания угля на пластах пологого падения, при разработке которых используются дорогие механизированные угледобывающие комплексы. Особенно крупные финансовые потери шахтам наносят очаги самовозгорания, обнаруживаемые в выработанном пространстве действующих выемочных участков. Поэтому вопросы, совершенствования средств, для профилактики и тушения эндогенных пожа-

ров являются весьма актуальными [1].

Наблюдаемое в последние годы снижение количества эндогенных пожаров, фиксируемых в угольных шахтах России, можно объяснить широким применением антипирогенов [1,3-5], снижающих химическую активность угля, и способов, позволяющих уменьшить концентрацию кислорода в воздухе, контактирующем с углем. Существенное значение имеет также постоянное наблюдение за признаками появления очагов эндогенных пожаров [9], что способствует обнаружению процесса самовозгорания на ранней стадии развития. Последующее воздействие на разогретое скопление угля различными составами позволяет охладить очаг или предотвратить дальнейшее повышение температуры.

Одним из эффективных средств борьбы с самовозгоранием угля в шахтах является применение инертных газов. Подача таких газов в выработанное пространство снижает концентрацию кислорода, что позволяет предотвратить развитие самовозгорания в теряемых скоплениях угля или снизить интенсивность выделения тепла в уже возникших очагах. Инертизация атмосферы выработанного пространства позволит также предотвратить взрывы горючих газов. Наибольшее распространение среди инертных газов, испытанных для борьбы с подземными пожарами, получил азот.

Инертная пена, полученная с помощью азота, может применяться: при гашении очагов горения в труднодоступных местах (выработанное пространство, купола выработок); при профилактике эндогенных пожаров в выработанном пространстве очистных забоев при разных системах разработки и схемах проветривания.

Способы и средства подачи азота выбирают, исходя из горнотехнических условий, наличия технических средств подачи азота, принятой технологической схемы выпуска его в горные выработки аварийного участка и избранного способа ликвидации аварии.

Инертизация с помощью газообразного азота позволяет решить следующие задачи в ходе ликвидации подземного пожара: сократить срок ликвидации аварии; предотвратить взрывы газо-воздушной смеси на аварийном участке; ускорить охлаждения высокотемпературной зоны до безопасного уровня; сократить к минимуму или полностью прекратить процесс горения.

Однако подача азота в выработанное пространство действующих выемочных участков может повысить опасность горных работ из-за возможности поступления инертного газа в действующие горные выработки и снижения концентрации кислорода в атмосфере, где могут находиться шахтеры. Для предотвращения выхода азота из выработанного пространства необходимо снизить проницаемость обрушенных горных пород вдоль линии забоя. Среди возможных способов изоляции выработанного пространства действующих выемочных участков наиболее перспективным является создание пенных завес. Заполненная пеной зона может перемещаться вслед за линией забоя или сохранять свое местонахождение в выработанном пространстве.

Пену целесообразно подавать в наиболее проницаемых зонах выработанного пространства – вдоль конвейерного, вентиляционного или одновременно обоих штреков в течение всего периода отработки запасов угля. Подачу пены можно осуществлять с поверхности по скважинам или из горных выработок по трубопроводам, укладываемым на почве пласта вдоль целиков с выходом в выработанное пространство. Для поддержания изолирующей пенной завесы пену можно подавать периодически.

Для разработки технологической схемы предупреждения и локализации очага самовозгорания в условиях ОАО «Шахта им. В.И. Ленина» возьмем мощный пласт VI, имеющий сложное строение. Продолжительность инкубационного периода самовозгорания пласта VI составляет 49 суток [2].

Рассмотрим инертзацию с помощью газообразного азота в условиях ОАО «Шахта им. В.И. Ленина». Подача газообразного азота осуществляется силами шахты им. В.И. Ленина с применением газораспределительной мембранной установки МВ-0,9/1 или АК-0,6, а также с применением газораспределительной мембранной установки СДА-10/251 расположенных на поверхности по азотным трубопроводам шахты. Подача инертной пены осуществляется при помощи генераторов азотной пены ГПА-1, пена подается по азотным трубопроводам, проложенным по вентиляционному штреку 0-6-1-3бис, и конвейерному штреку 0-6-1-3 в отработанное пространство выемочного участка лавы 0-6-1-3, и при необходимости по азотному трубопроводу можем вести подачу инертной пены или АЗОТА еще по 3 направлениям: выемочный участок лавы 0-5-1-13, эндогенный пожар №23, №55, рисунки 1, 2 [2].

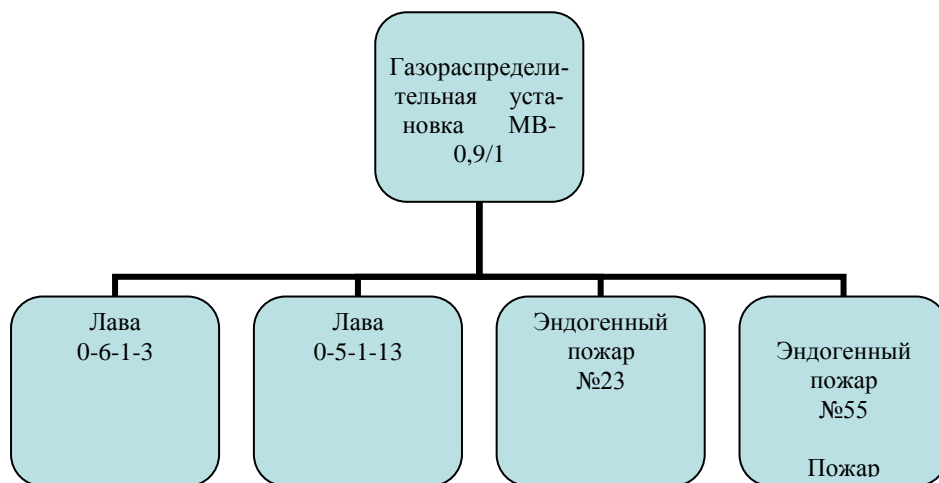


Рисунок 1 - Схема подачи азота с поверхности, и инертной пены по шахте «им. В.И. Ленина»

В процессе проведения выработок сооружаются противопожарные арки: на вентиляционном штреке 0-6-1-3 в 3,0 м от сопряжения с транспортной печью 0-6-1-3; на конвейерном штреке 0-6-1-3 в 3,0 м от сопряжения с заездом на конвейерном штреке 0-6-1-3.

Рекомендуется осуществлять контроль текущей эндогенной пожароопасности горных работ (эффективности профилактических мероприятий) по изменению влажности не реже 1 раза в 5 суток.

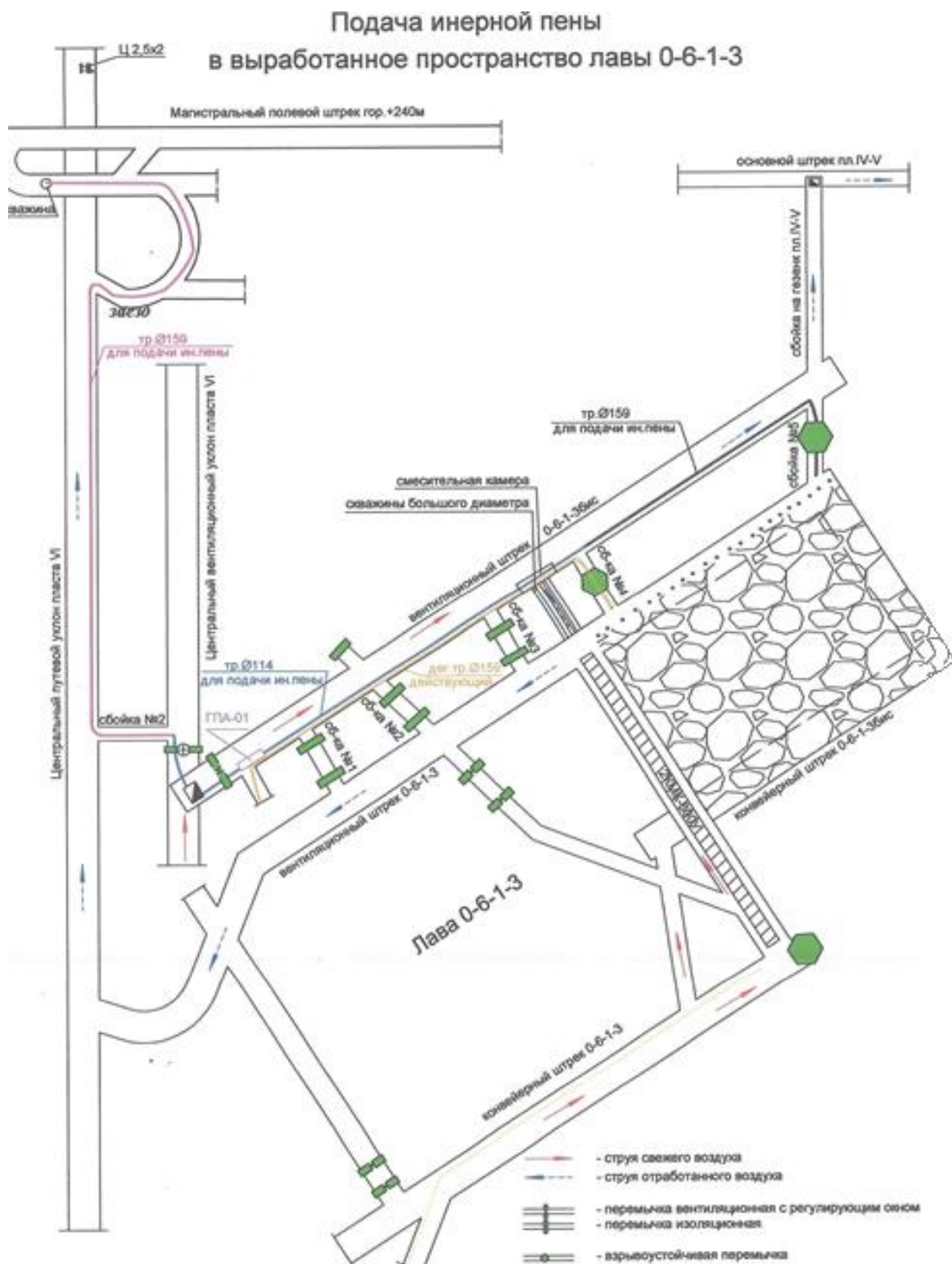


Рисунок 2 - Схема подачи инертной пены в отработанное пространство лавы 0-6-1-3

Предложенная схема локализации и тушения эндогенных пожаров при помощи азота в условиях ОАО «Шахта им. В.И.Ленина» позволяет не сдерживать развитие горных работ и безопасно вести очистные работы по выемки угля.

*Вывод:* Подача азота в выработанное пространство шахт позволяет предотвратить развитие самовозгорания в скоплениях угля и взрыв горючих газов, а применение комплекса мероприятий по предупреждению и локализации эндогенных пожаров позволит обеспечить соответствие современным требованиям промышленной безопасности и высокую экономическую эффективность.

#### Библиографический список

1. Син С.А., Портола В. А., Игишев В.Г. Повышение безопасности и эффективности использования азота для борьбы с самовозгоранием угля в выработанном пространстве шахт // Уголь. 2019. №2 (1115). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/povyshenie-bezopasnosti-i-effektivnosti-ispolzovaniya-azota-dlya-borby-s-samovozgoraniem-uglya-v-vyrabotannom-prostranstve-shaht>.

2. Проект доработки запасов угля гор.±0м ОАО «Шахта им.В.И. Ленина», Кемерово, 2013г.

3. К вопросу предотвращения самовозгорания угля в условиях шахт Кузбасса / Блохина Ю.А., Макарова Н.А., Никитина А.М. // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения : труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, 1–3 июня 2016 г. Вып. 20. Ч. 3 : Естественные и технические науки / Сиб. гос. индустр. ун-т ; под общ. ред. М. В. Темлянцева. – Новокузнецк : Изд. центр СибГИУ, 2016. – С. 71–72.

4. Обоснование аэрогазодинамических параметров угольной шахты в условиях возникновения экзогенного пожара с использованием программного комплекса «вентиляция 2.0» / Д. А. Киселев, Д. Е. Елхимов, С. В. Риб, А. М. Никитина // 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. 66-70.

5. Предупреждение и тушение эндогенных пожаров на ОАО «Шахта имени В.И. Ленина» / Борзых Д.М., Риб С.В., Никитина А.М. // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения : труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, 13–15 мая 2015 г. Вып. 19. Ч. 2 : Технические науки / Сиб. гос. индустр. ун-т ; под общ. ред. М. В. Темлянцева. – Новокузнецк : Изд. центр СибГИУ, 2015. – С. 26–28.

## **РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО СОКРАЩЕНИЮ ПРОСТОЕВ ПРИ ВЕДЕНИИ ОЧИСТНЫХ РАБОТ С ЦЕЛЬЮ УВЕЛИЧЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТРУДА НА ООО «ШАХТА УСКОВСКАЯ»**

**Никитина А.М., Риб С.В., Борзых Д.М.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк, e-mail: nik.am\_78@mail.ru*

Рассмотрен вопрос о сокращении простоев очистного оборудования на ООО «Шахта Усковская». Разработаны мероприятия по сокращению простоев при ведении очистных работ с целью увеличения производительности труда на шахте.

Ключевые слова: пропускная способность, сокращение времени, простои оборудования, элементы технологической схемы шахты.

Перевод предприятий горной промышленности на полное самофинансирование при ускорении обновления основных фондов резко повысило внимание к эффективности их воспроизводства и использования.

В современных условиях возможность горного предприятия выстоять в конкурентной борьбе и повысить эффективность своей деятельности зависит от ее способности вовремя реагировать на изменения условий разработки, принимать адекватные решения по устранению негативных факторов и усилению своих позиций, уметь маневрировать имеющими ресурсами. С этой целью на предприятии разрабатываются проекты, охватывающие различные элементы технологической схемы шахты [1,3,4].

Для оптимизации параметров подземной разработки необходимо производить анализ пропускной способности элементов технологической схемы шахты для выявления «узких мест». А далее совершенствуется техника и технология горных работ, в том числе изыскиваются возможности:

- сокращения времени на вспомогательные операции в очистном забое при отработке механизированным комплексом;
- повышения фонда рабочего времени при работе очистного оборудования.

В работе рассмотрен вопрос о сокращении простоев очистного оборудования.

На ООО «Шахта Усковская» добывается особо ценный уголь марки ГЖ. Простои оборудования очень дорого обходятся горному предприятию. Для раскрытия вопроса простоев оборудования при ведении очистных работ необходимо рассмотреть некоторые элементы технологической схемы ООО «Шахта Усковская»: очистные работы, проветривание, основной транспорт и др.

На шахте применяется система разработки длинными столбами по падению-восстанию с полным обрушением кровли и оставлением межлавных целиков. Очистная выемка в лаве предусматривается механизированным

комплексом, в состав которого входит оборудование импортного производства. Перемещение очистного комбайна KSW-460NE вдоль линии очистного забоя осуществляется по речному ставу, смонтированному на лавном конвейере «RYBNIK 950», ширина захвата комбайна – 0,8 м, диаметр шнеков – 1,8 м. Схема работы комбайна в лаве - односторонняя с зачисткой.

Основными составляющими механизированного комплекса являются [2]:

- крепь механизированная ZY10800/15/32;
- переходная крепь ZY10800/17/35;
- крепь сопряжения ZYT108 00/17/35;
- очистной комбайн KSW-460NE;
- лавный скребковый конвейер Rybnik 950;
- перегружатель Grot-1100;
- дробилка Scorpion 3000P.

В результате проведенного анализа простоев обозначены виды простоев, их причины и намечены мероприятия по улучшению, см. табл. 1.

По результатам наблюдений и обработки статистического материала было установлено количество отказов организационного, технологического и технического характера, приводящих к остановке лавы в условиях ООО «Шахта Усковская».

Основная доля простоев приходится на ленточный уклонный конвейер, аппаратуру газовой защиты, выемочный комбайн, забойный конвейер, секции крепи, электрооборудование, маслостанции и др.

Для условий ООО «Шахта Усковская» для сокращения простоев предлагаются следующие мероприятия:

- сокращение планово-предупредительных ремонтов с 6 ч/сут до 4 ч/сут;
- сокращение сроков перемонтажа лав (уменьшение времени перемонтажа очистного комплекса за счет дополнительного комплекта оборудования -перегружатель, дробилка, комбайн -с 60 дней до 52 дней;
- увеличение фонда рабочего времени на 5%;
- запуск в работу программы фиксации простоев
- хронометраж и корректировка технологии;
- увеличение срока дегазации пласта;
- минимизация нахождения кабельной продукции и аппаратуры управления комплексом, находящейся непосредственно в лаве;
- производить откачку воды непосредственно из мульдовых частей лавы насосами (желательно погружными и по разным водоводам, в зависимости от притоков);
- периодическое обучение обслуживающего персонала.

Повышение машинного времени за счет сокращения простоев, не предусмотренных технологической схемой ведения очистных работ, вызовет рост нагрузки на очистной забой на 5-7 %.

Таблица 1 - Направления действий по снижению простоев

Проблема	Причина	Направление решения
1. Большое количество внеплановых простоев	1. Не соблюдение графика 2. Качество работ/объем 3. Материалы 4. Сроки поставки ТМЦ 5. Организация работ 6. Отсутствие малой механизации 7. Низкая квалификация обслуживающего персонала	1. Предремонтное планирование 2. Послеремонтный анализ 3. Видеофиксация проведения ответственных работ (стандартная работа и чек-лист ) 4. Входной контроль качества поступающих ТМЦ
2. Длительное время плановых простоев	8. Отсутствие достоверной информации о простоях 9. Отсутствует инструмент контроля выполнения ремонта оборудования 10. Наличие потерь рабочего времени (организационные причины при приеме/ передачи смены) 11. Требование регламентных документов на уровне законодательства (регламенты/ ТО) 12. Неудовлетворительное состояние ОФ 13. Отсутствие четкого понимания времени выполнения операций	5. Ужесточение контрактов с поставщиками 6. Анализ готовности к ремонтам в рамках админ. ячейки 7. Провести анализ критичных запасных частей для «узких» мест/процессов 8. Стандартная работа и чек-лист, обучение по стандартной работе и правилам чек-листа, обучение смежным профессиям 9. Программа по малой механизации для «узких» мест 10. Стандартная работа и чек-лист, обучение по стандартной работе и правилам чек-листа, обучение смежным профессиям (повышение квалификации) 11. Создание/развитие системы учета простоев оборудования 12. Видеофиксация проведения ответственных работ, стандартная работа и чек-лист 13. Хронометраж «узких» процессов для выявления потерь 14. Анализ рабочего времени по архивам системы позиционирования 15. Нормирование процессов по регламентным работам 16. Пересмотр графиков ремонтов/приведение в нормативное состояние 17. Нормирование процессов по регламентным работам



Продолжение таблицы 1

Проблема	Причина	Направление решения
3. Нерациональное использование фонда рабочего времени	14. Техническое состояние основного оборудования 15. Техническое состояние вспомогательного оборудования 16. Нарушение технологической цепочки по потоку (разбалансированность ритмичности) 17. Различие производительности труда по бригадам 18. Низкий уровень механизации труда	18. Создание оборотного фонда, обоснование целесообразности 19. VSA/хронометраж «узких» процессов для выявления потерь 20. VSA/хронометраж «узких» процессов для выявления потерь, разработка стандартной работы и контроль об исполнении 21. Пересмотр, доработка системы мотивации 22. Программа по малой механизации для «узких» мест
4. Горно-геологические условия	19. Горно-динамические явления 20. Наличие и высокая концентрация газа-метана	23. Пересмотр паспортов крепления (на опережение, с учетом фактического состояния) 24. Предварительная дегазация

Установлено, что совершенствование организации работ для устранения потерь рабочего времени, связанные с аварийными простоями, приведёт к увеличению нагрузки на лаву и повышению производительности труда.

*Вывод:* Увеличение фонда рабочего времени до 62 % на ООО «Шахта «Усковская» приведёт к росту очистной добычи на 58 тыс. т, что позволит получить около 1,75млн.\$.

#### Библиографический список

7 Зависимость производительности очистного забоя от продолжительности нештатных операций / И. В. Антипов, А. В. Савенко, И. А. Турбор / УкрНИМИ НАНУ, Донецк. - 2015. - №15. - С.68-78.

8 Горнотехническая документация ООО «Шахта «Усковская».

9 Информационно-диагностические средства объективного контроля как инструмент повышения эффективности эксплуатации добычных горных машин / С.А. Асонов, В.В. Габов, С.Л. Иванов, М.Г. Трифанов, Н.В. Чекмазов, Д.И. Шишлянников / Вестник ПНИПУ. Геология. Нефтегазовое и горное дело.- 2015. -№14.- С.62-71.

10Разработка способа перехода разрывного нарушения комплексно-механизированным забоем в условиях ООО «Шахта» Алардинская» / А.И. Дыскин, С.В. Риб, А.М. Никитина // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения : труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, 13–15 мая 2015 г. Вып. 19. Ч. 2 : Технические науки / Сиб. гос. индустр. ун-т ; под общ. ред. М. В. Темлянцева. – Новокузнецк : Изд. центр СибГИУ, 2015. – С. 29–31.

11Разработка технико-технологических решений по внедрению новых технических средств и совершенствованию вспомогательного транспорта в условиях шахты «Осинниковская» / Т.А. Шадэ, С.В. Риб, А.М. Никитина // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения : труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, 13–15 мая 2015 г. Вып. 19. Ч. 2 : Технические науки / Сиб. гос. индустр. ун-т ; под общ. ред. М. В. Темлянцева. – Новокузнецк : Изд. центр СибГИУ, 2015. – С. 37–40.

## **РАЗРАБОТКА ТЕХНИЧЕСКИХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОЙ ОТРАБОТКИ СКЛОННЫХ К ГОРНЫМ УДАРАМ ЗАПАСОВ РУДЫ НА ГЛУБИНЕ БОЛЕЕ 600 м**

**Борзых Д.М., Никитина А.М., Володина А.В.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк, e-mail: nik.am\_78@mail.ru*

В статье приведена динамическая обстановка ОАО «Рудник Корбалихинский» и разработаны технические и технологические решения по обеспечению безопасной отработки склонных к горным ударам запасов руды на глубине более 600м. Предложена система горного сейсмологического мониторинга при достижении глубины ведения горных работ 600 м.

Ключевые слова: горный удар, горное давление, прогноз, мониторинг.

Постоянный рост глубины ведения подземных горных работ и интенсификация проявлений горного давления в динамической форме обуславливают проведение специальных геомеханических исследований по проблеме борьбы с горными ударами. Известно, что условия и формы разрушений пород при подземных горных работах определяются комплексным влиянием трех основных факторов: суммарным уровнем статических и динамических напряжений в элементах горных конструкций, условиями и скоростью нагружения последних со стороны нагружающей системы – массива горных пород. Горные удары, как правило, приурочены ко времени быстро протекающих масштабных подвижек пород подработанного массива. Анализ условия возникновения удароопасности с учетом режима нагружения обнаруживает значительное влияние неравенства физических, в особенности прочностных свойств пород и руд, слагающих горный массив, на характер распределения напряжений и деформаций в нагружаемых элементах горных конструкций.

Горные удары представляют серьезную опасность для работающих, оказывают деморализующее влияние на горный персонал, бывают причиной больших простоев из-за производимых нарушений [1,4].

На подземных рудниках горные удары (стреляния) стали наблюдаться с глубины 200-300 м и носят более систематический характер с переходом работ на глубину 600-700 м и более. На рудниках, в настоящее время, применяются следующие методики геомеханической оценки массива.

Региональный прогноз удароопасности производится с целью выделения зон потенциальной удароопасности и категории состояния выработок в пределах шахтного поля, горизонта или обрабатываемого блока и выполняется с помощью следующих методов:

1. аналитическое (численное) моделирование напряженного состояния (экспертная система);

2. визуальное обследование горных выработок;
3. экспертная оценка состояния массива и отдельных участков выработки;
4. прогноз региональной удароопасности по результатам непрерывного контроля сейсмичности массива горных пород;
5. геодинамическое и геомеханическое районирование;
6. наблюдения по сетям локальных станций контроля удароопасности.

Локальный прогноз выполняется в приконтурной части отдельных выработок и целиков по данным, полученным на замерных станциях, с целью определения непосредственной опасности проявления горного удара. Локальный прогноз проводится инструментальными методами, среди которых рекомендованы следующие:

1. дискования керна (МДК);
2. контроль разрушения стенок скважин замерных станций (КРС);
3. ультразвуковой метод (УЗМ);
4. прогноз по опережающей скважине (ПОС).

На сегодня ВНИМИ занимает лидирующие позиции по разработке, созданию и внедрению геофизической аппаратуры, предназначенной для контроля напряженно-деформированного состояния (НДС) массива, оценки степени ударо - и выбросоопасности локальных участков угольных пластов и рудных залежей. Одной из последних и наиболее перспективных разработок института, направленных на решение задач по контролю НДС массива и текущей оценки степени удароопасности и структурной нарушенности рудных залежей в зоне опорного давления, является геофизическая аппаратура «ANGEL-M» [2]. Аппаратура позволяет проводить локальную оценку напряженности массива в подготовительных и очистных выработках рудников на базе метода регистрации естественного импульсного электромагнитного излучения (ЕЭМИ), рисунок 1.



Рисунок 1 - Общий вид прибора «ANGEL – М» [2]

Рассмотрим ОАО «Рудник «Корбалихинский». Рудная зона Корбалихинского месторождения мощностью от первых метров до 80-100м прослеживается по простиранию на 2250м и падает под углами от 40 до 60°, не имея выхода на дневную поверхность. Всего на месторождении установлено

48 больших и малых рудных тел. По горно-геологическим и горнотехническим условиям ОАО «Рудник «Корбалихинский» относится к склонным к горным ударам на глубине более 600 м от земной поверхности [3].

Предусмотренные на месторождении варианты слоевой системы разработки с твердеющей закладкой обеспечивают наименьший уровень напряжений в зоне опорного давления и временных целиках.

В соответствии с установленным диапазоном глубины разработки предусмотрены мероприятия по разгрузке конструктивных элементов при ведении подготовительных и очистных работ в породах и рудах, склонных к горным ударам. Рекомендуется применять нисходящий порядок отработки рудных тел слоями с заполнением выработанного пространства твердеющей смесью.

Для обеспечения безопасного ведения горных работ рекомендуется:

- производить детальное изучение структурных и текстурных особенностей рудных тел и вмещающих пород;
- выполнять регулярный контроль и оценку динамики деформационных процессов в очистных и подготовительных выработках на глубинах разработки более 300м, а также предусмотреть разработку и построение на руднике системы горного сейсмологического мониторинга;
- на глубинах разработки более 600м принимать меры по предотвращению динамических форм проявления горного давления и по обеспечению устойчивости очистных и подготовительных выработок в условиях интенсивных деформаций.

Для обеспечения устойчивости выработок и предотвращения динамических форм проявления горного давления необходимо предусмотреть следующие мероприятия:

- проведение разрезных слоев на подэтажах с отработкой в присечку к закладочному массиву;
- разгрузку массива в заходках, проведенных в висячем боку залежи;
- формирование защищенных зон (зон разгрузки);
- контурное взрывание шпуровых зарядов ВВ;
- отработку слоев расходящимися фронтами или от одного фланга к другому;
- применение податливой штанговой крепи.

Указанные мероприятия позволят обрабатывать месторождение в любых горно-геологических условиях при корректировке мер безопасности в соответствии с результатами геомеханического и геодинамического мониторинга.

#### Библиографический список

1. Проскуряков Н.М. Управление состоянием массива горных пород : учебник / Н.М. Проскуряков. – М.: Недра, 1991. – 368 с.
2. Совершенствование технологии прогноза удароопасного состояния массива с использованием комплекса «ANGEL-M» в условиях Таштагольского и Шерегешского рудников : С.Ф. Панин, С.Н. Мулен, В.А. Штирц. -

[Электронный ресурс] : — Режим доступа : [http://xn8sbcc0aearpiбcav.xn--p1ai/book/ugol\\_i\\_maining\\_2014\\_pmsb.pdf](http://xn8sbcc0aearpiбcav.xn--p1ai/book/ugol_i_maining_2014_pmsb.pdf).

3. Технический проект на разработку Корбалихинского месторождения. Проектная документация. Раздел 5. Организация и технические решения при ведении работ в опасных зонах [Текст] / Технический проект 029-04-14-00-00-03-ГРО : Санкт –Петербургская горная проектно-инженеринговая компания 16.05.2017 // Санкт-Петербург, 2017.-23с.

4. 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

Разработка технико-технологических решений по предотвращению горных ударов на угольных шахтах / Е. А. Сорокожердев, С. В. Риб, А. М. Никитина // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения : труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, 11-15 февраля 2019 г. – Новокузнецк : Изд. центр СибГИУ, 2019. – Вып. 23. Ч. 1. Технические науки. – С. 97-100. – URL: <http://library.sibsiu.ru>

УДК 622.831

## **ДОРАБОТКА ОСТАТОЧНЫХ ЗАПАСОВ ООО ШАХТЫ «ПОЛОСУХИНСКАЯ»**

**Никитина А.М., Риб С.В., Борзых Д.М.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк, e-mail: [nik.am\\_78@mail.ru](mailto:nik.am_78@mail.ru)*

В статье приведен анализ использования короткозабойных технологий в России и зарубежом. Рассмотрены варианты доработки запасов пластов 26а и 29а шахты «Полосухинская». Предложены технологические схемы доработки шахтного фонда шахты «Полосухинская» на 2020 – 2026 г.г.

Ключевые слова: доработка запасов, короткий очистной забой, камерно-столбовая система разработки, короткозабойные технологии.

В условиях нестабильности мировой обстановки, влияния непрогнозируемых форс-мажорных ситуаций, ограничения природных ресурсов нефти и газа, уголь был и остаётся, до периода промышленного применения альтернативных источников энергии, одним из наиболее надёжных источников топлива, энергии, химического сырья. Необходимость повышения объёмов добычи и накопления его резервных ресурсов подтверждена в энергетических программах развитых стран, в том числе в «Энергетической стратегии Российской Федерации на период до 2030 года» [1,7].

К сожалению, разработанные ведущими научными и проектными ор-

ганизациями и вузами до 1990г. и используемые в настоящее время методические основы, нормы, механизмы управления и рекомендации последовательной схемы проектирования и строительства предприятий не в полной мере соответствуют требованиям рыночной экономики в части оперативной разработки и реализации проектной документации, поэтапного строительства и эксплуатации горных объектов с учётом эффективной и безопасной отработки запасов угольных пластов в сложных природно-техногенных условиях. Имеющиеся результаты исследований [2,3] учитывают, как правило, только сложность горно-геологических условий, и в меньшей мере усложняющиеся по мере эксплуатации техногенные условия и изменения во внешней среде функционирования угледобывающих предприятий.

Сегодня необходима оптимизация производственных затрат на основе внедрения альтернативного варианта доработки шахтного поля, в соответствии с требованиями рынка и ограничениям по экономической, социальной, промышленной и экологической безопасности.

Принятый к производству проект доработки запасов пластов 26а и 29а шахты «Полосухинская» не обеспечивает в полной мере требования безопасной работы предприятия по выполнению запланированных объемов добычи угля. Для минимизации рисков срыва производственной программы добычи угля по шахте «Полосухинская» на период 2020-2023 годы необходимо применить альтернативный вариант отработки пластов 26а и 29а, представляющий собой комбинированную схему подготовки шахтного поля с отработкой запасов длинными столбами по простиранию и короткими столбами с полным обрушением кровли.

На основе вероятностей оценки состояний углевмещающих пород выполнено прогнозирование типов кровли и почвы всех рабочих пластов шахты «Полосухинская».

Установлено преобладание среднеобрушающихся и легкообрушающихся типов основной кровли. Пласты 30 и 26а отличаются значительным развитием труднообрушающейся кровли. Непосредственные кровли неустойчивые, реже среднеустойчивые, а почвы не склонны к пучению [4]. Шахтное поле структурно приурочено к северо-западному крылу Есаульской брахисинклинали. Пласты 30, 29а и 26а с глубины 300 метров отнесены к угрожаемым по внезапным выбросам угля и газа, а с глубины 190 метров – к угрожаемым по горным ударам.

В связи с тем, что углы падения пластов 26а и 29а в пределах шахтного поля составляют от  $2^{\circ}$  до  $20^{\circ}$ , применяется панельная схема подготовки. Пласты подготавливаются индивидуально, так как расстояние между пластами достаточно большое (130 – 140 м). Длина крыла при панельной подготовке достигает 2500 м. Размеры панелей в пределах шахтного поля по простиранию составляют 890 – 2410 м по пласту 29а и 960 – 2530 по пласту 26а. По падению размеры панели ограничены наличием горно-геологических нарушений и составляют по обеим пластам 1200 – 1500 м. Система разработки –

длинными столбами по простиранию.

Очистные забои оборудованы механизированными крепями М138 второго типоразмера и очистными комбайнами К500, забойный конвейер КСЮ – 271. Нагрузка на лаву на уровне 2500-3500 тонн в сутки [4,6].

На шахте «Полосухинская» в дорабатываемой части шахтного фонда не менее 20% запасов угля сосредоточено на участках, имеющих многочисленные горно-геологические нарушения, а также ограниченных блоками неправильной формы, остающихся при раскройке шахтных полей для отработки длинными столбами.

Предлагается доработка запасов пласта 26а заключенных в отдельных, ограниченных по площади участках у наклонных стволов системой разработки – короткими очистными забоями с обрушением кровли (КСО).

В Кузбассе короткозабойные технологии (КЗТ) использовались в различные годы на шахтах им. 7 Ноября, Кузнецкая, им. Ленина, Распадская-Коксовая (рисунок 1), Усинская и других, при этом преимущество по производительности труда в сравнении с разработкой длинными столбами достигало более 50%. Опыт использования КЗТ в Австралии, США и других угледобывающих странах указывает на достижение высоких технико-экономических показателей.

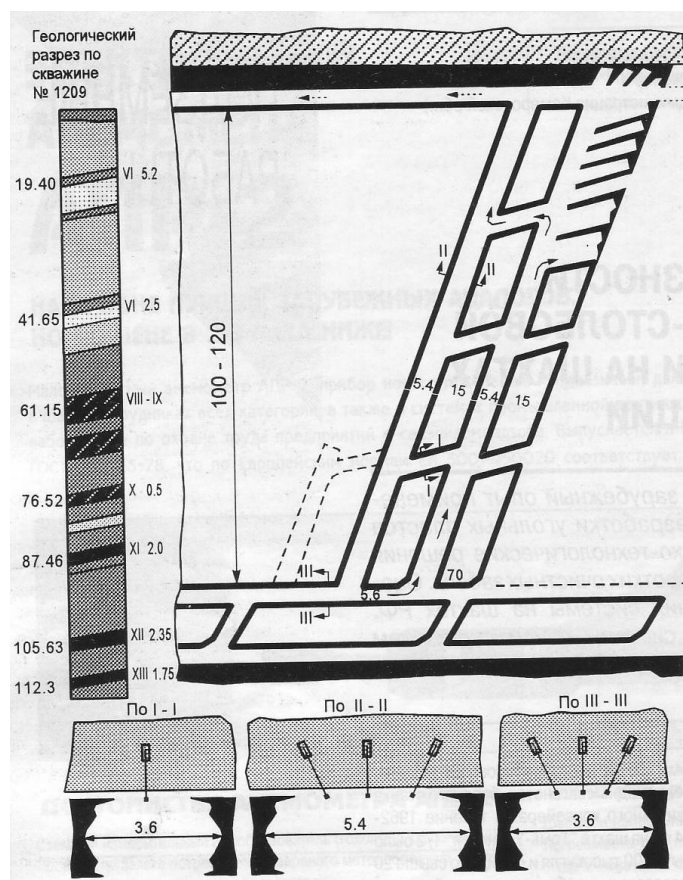


Рисунок 1 – Типовой паспорт отработки блока короткими столбами на шахте «Распадская-Коксовая».



В таблице 1 приведены основные показатели работы в коротких забоях по странам мира.

Таблица 1 – Показатели работы в коротких забоях по странам мира [1]

Страна	Доля выемки по КЗТ в общей добыче, %	Производительность труда рабочих, т/вых.	Коэффициент извлечения, %
США	43-65	н.д.	40-50
Австралия	30	43	н.д.
ЮАР	92,5	63,6	85-90

В условиях шахты «Полосухинская» предлагается три варианта технологических схем для отработки запасов угля на участках пластов средней мощности, которые рекомендуется применять в зависимости от горно-геологических условий, конфигурации и запасов угля на участке: отработка блока короткими столбами (см. рисунок 2), отработка участков пластов средней мощности с ограниченными запасами угля диагональными заходками по падению пласта и трехштрековая схема отработки пластов средней мощности камерно-столбовой системой разработки.

Предложенные технологические схемы позволяют отработать участки пластов с нагрузкой до 1500 т/сут, с производительностью труда рабочих 40-60 т/вых. Схемы обеспечивают извлечение угля с коэффициентом извлечения 0,7-0,72.

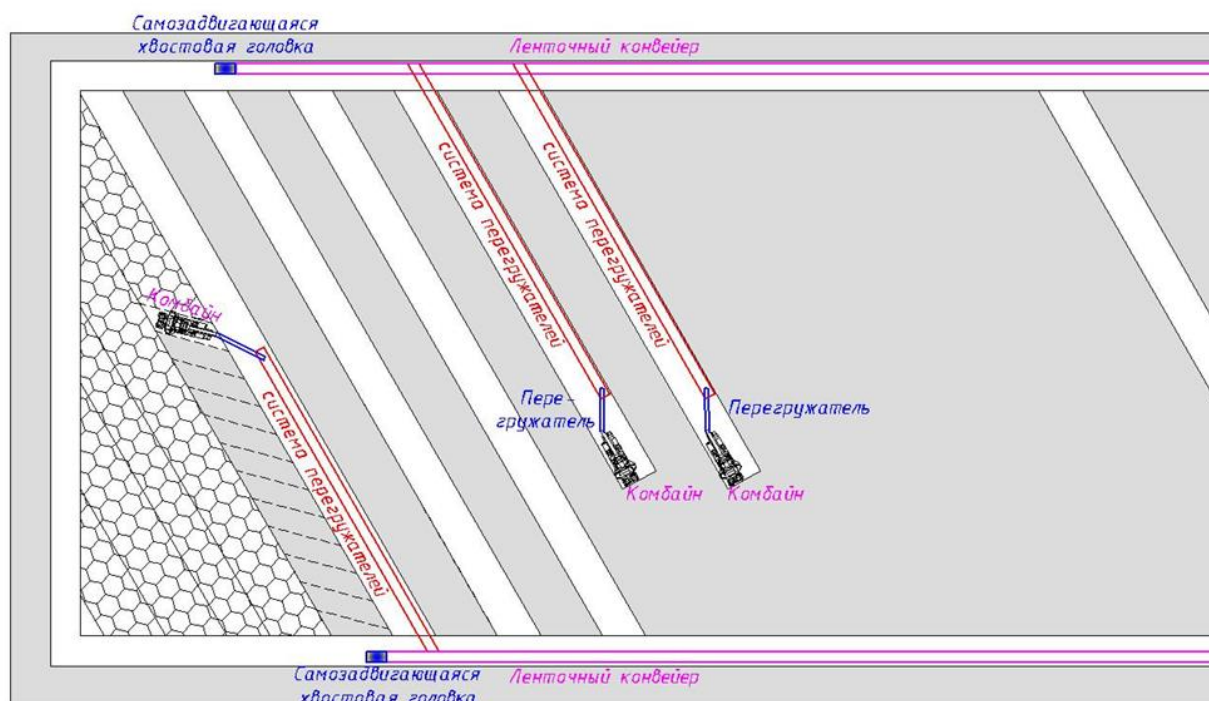


Рисунок 2 – Принципиальная схема подготовки и отработки выемочного блока

В свите пластов 26а, 29 шахты «Полосухинская» представляется возможным и целесообразным отработать остаточные запасы в количестве более 8500 тыс. камерно-столбовой системой разработки.

Технология отработки заключается в следующем. В работе постоянно находятся два комбайна КП-21 и две самоходные вагонетки Ramcar 4110 [5,6]. Оработку столба ведут в обратном порядке двумя диагональными заходками проходческими комбайнами от вентиляционного и конвейерного штреков к промежуточному. Ширина выемочного столба 30-60 м, длина 500 м и более. Отбитый уголь вагонетками доставляется к перегружателю, откуда поступает на ленточный конвейер. Во время транспортировки угля вагоном с помощью анкероустановщиков установленных на комбайне осуществляется крепление кровли. После отхода комбайна от промежуточного штрека, производится передвижка БКПО (безразгрузочные комплекты передвижных опор).

Предлагаемый вариант доработки остаточных запасов шахты «Полосухинская» обеспечит следующие преимущества:

- снижение риска вложения инвестиционных средств, за счет сокращения сроков окупаемости инвестиций;

- повышение качества проектных решений за счёт уточнения горно-геологической и горнотехнической информации, полученной на предыдущих этапах;

- рациональное использование недр за счёт применения различных систем разработки шахтных полей пластов 26а и 29а в условиях доработки шахты «Полосухинская» с временной консервацией запасов участков угольных пластов, отработка которых на современном уровне развития техники и технологии горного производства экономически не оправдана;

- накопление опыта и повышение профессионального уровня персонала при последовательном освоении месторождения.

*Вывод:* Внедрение короткозабойных технологий подготовки и отработки запасов шахтного поля пластов 26а и 29 в пределах доработки шахтного фонда шахты «Полосухинская» на 2020 – 2026 г.г. обеспечит удержание уровня добычи угля на запланированном уровне и позволит существенно сократить расходы на техническое перевооружение предприятия в связи с переходом на новые горизонты работы.

#### Библиографический список

1. Зависимость производительности очистного забоя от продолжительности нештатных операций / И. В. Антипов, А. В. Савенко, И. А. Турбор / УкрНИМИ НАНУ, Донецк. - 2015. - №15. - С.68-78.

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., Никитина А.М., Борзых Д.М. Численное моде-

лирование геомеханического состояния неоднородных угольных целиков методом конечных элементов//Наукоемкие технологии разработки и использования минеральных ресурсов: Сборник научных статей. -Новокузнецк: изд. СибГИУ, 2014. С. 123 -128.

4. Техническая документация шахты «Полосухинская».

5. Оценка эффективности применения отечественного и импортного оборудования в подготовительном забое / А. А. Обрядин, Е. В. Черешнева, С. В. Риб, А. М. Никитина // 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. 96-99. – URL: <http://library.sibsiu.ru>.

6. Разработка технико-технологических решений по внедрению новых технических средств и совершенствованию вспомогательного транспорта в условиях шахты «Осинниковская» / Т.А. Шадэ, С.В. Риб, А.М. Никитина // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения : труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, 13–15 мая 2015 г. Вып. 19. Ч. 2 : Технические науки / Сиб. гос. индустр. ун-т ; под общ. ред. М. В. Темлянцева. – Новокузнецк : Изд. центр СибГИУ, 2015. – С. 37–40.

7. Кузнецов Ю.Н., Стадник Д.А., Федаш А.В. Проектирование отработки запасов выемочных участков на базе технологического картографирования. - М.: Изд-во «Горная книга», 2012. – 180 с.

УДК 622.831:622.3(571.17)

## **К ВОПРОСУ ОБ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ В КУЗБАССЕ**

**Мысак Е.А., Никитина А.М.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк, e-mail: [lizavetamysak@yandex.ru](mailto:lizavetamysak@yandex.ru)*

Рассмотрены вопросы воздействия угледобывающих предприятий Кузбасса на окружающую среду. Проведен анализ возможности улучшения экологической ситуации в регионе.

Ключевые слова: экология, рекультивация, метан, шахтные воды.

Одна из важнейших отраслей народного хозяйства – угольная промышленность. Однако угольная промышленность на современном этапе развития представляет немалую опасность для окружающей среды и здоровья человека. Несмотря на действующие в нашей стране нормативные акты, нацеленные на обеспечение экологической безопасности и экологически ориентированный рост экономики, экологическая ситуация как в целом по России, так и по Кузбассу остается крайне неудовлетворительной [1].

Целью исследования является определение экологических проблем при добыче полезного ископаемого и возможности улучшения экологической ситуации в регионе.

Многие экологические проблемы возникают при добыче полезного ископаемого как подземным, так и открытым способом. Во-первых, угольные шахты Кузбасса являются взрывоопасными. Во-вторых, при ведении горных работ возникает опасность обвалов, происходят оползни нарушается почвенный покров, изменяется природный ландшафт, уничтожается растительность ведь перед тем, как проводить добычу ископаемого, необходимо зачистить территорию (рисунок 1).

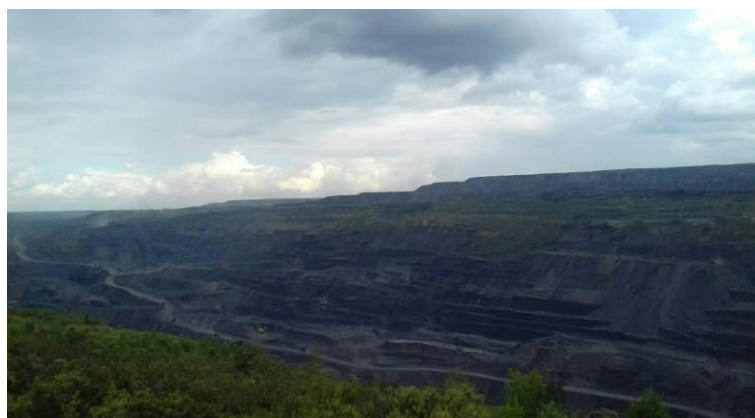


Рисунок 1 – Бачатский угольный разрез

Кузбасс – крупнейший по объемам добычи угольный бассейн в России, обеспечивающий более половины общероссийской добычи угля, является регионом, в котором наблюдается наибольший рост площади нарушаемых земель. В настоящее время в Кузбассе нарушено около 70 тыс. га земли [4].

Для минимизации ущерба землям различного назначения необходимо проводить рекультивацию: сельскохозяйственную, лесохозяйственную, санитарно-гигиеническую.

В настоящее время в Кемеровской области темпы рекультивации нарушенных земель отстают от масштабов их образования, а почвенно-экологический потенциал восстановления остается низким. Учеными определено, что для предотвращения эрозий, оползней, выветривания, пыления необходимо на отвалах создавать естественные растительные сообщества с применением нескольких древесных и кустарниковых пород, с обязательным подсевом трав и созданием противопожарных полос [4]. В действительности при рекультивации отвалов применяется дешевый способ – посадка саженцев сосны обыкновенной и облепихи крушиновидной. Этот способ рекультивации был разработан полвека назад и до сих пор не претерпел изменений.

Таким образом, рекультивация нарушенных земель проводится преимущественно в санитарно-гигиеническом направлении, которое предъявляет значительно меньшие требования к качеству рекультивированных земель с минимальными затратами. Как правило, собственники угледобывающих компаний

относятся к рекультивации весьма формально либо вообще не проводят ее.

Следует обратить внимание на специфическое географическое положение Кузнецкого угольного бассейна. Кузбасс расположен в межгорной Кузнецкой котловине, окруженной с юга Шорским нагорьем, с востока – Кузнецким Алатау, с запада – Салаирским кряжем. Таким образом, вредные вещества, поступающие в атмосферный воздух от угледобывающих предприятий и с отвалов, не уходят дальше склонов гор, концентрируясь исключительно на территории Кузбасса [5-7].

В угольной промышленности основное количество выбрасываемых в атмосферу газообразных загрязняющих веществ представлено метаном. Источником выбросов метана в атмосферу является система дегазации угольных предприятий и система вентиляции, что в свою очередь загрязняет воздух. Метан является вторым по величине фактором глобального потепления, вызванным деятельностью человека, после  $\text{CO}_2$ .

Для использования метана и тем самым уменьшения его выброса в атмосферу могут быть использованы дегазационные установки. Эффективным и безопасным является гидродинамический способ (гидроразрыв, гидрорасчленение, кавитация и др.) воздействия на углепородный массив с целью добычи метана.

Также, добыча полезного ископаемого способствует загрязнению водных ресурсов в месте, где находится месторождение. В Кузбассе довольно высока антропогенная нагрузка на территорию, водные затраты при добыче угля в нём имеют вид выбросов шахтных вод в поверхностные водоёмы, а очистка воды от угля недостаточно качественная [2,6-9].

Токсические микроэлементы, твердые вещества и кислоты проникают в подземные воды, реки и озера. Они изменяют химический состав воды, делают ее непригодной для питья, купания и бытового использования.

Основными способами очистки шахтных вод являются отстаивание, осветление в слое взвешенного осадка, фильтрование и удаление взвешенных веществ под действием центробежных сил. Эффективность очистки шахтных вод на большинстве имеющихся очистных сооружениях недостаточна и очищенная вода по своим качественным показателям не удовлетворяет нормативным требованиям на сброс.

В Кемеровской области доля проб воды из распределительной сети централизованного водоснабжения, не соответствующих гигиеническим нормативам по санитарно-химическим показателям, составила 6,4 %. По микробиологическим показателям доля проб воды, не соответствующих гигиеническим нормативам, составила 1,3 % [3].

Существует необходимость разработки и внедрения новых эффективных способов и технологических схем очистки шахтных вод с заменой устаревшего оборудования на современное, например, флотационное.

Для того, чтобы снизить вредное воздействие на окружающую среду при добычи угля необходимо проводить работу над экологически чистыми и безотходными технологиями горного производства. Требуется знать, как

стоит работать, чтобы вредное воздействие на окружающую среду значительно снизилось, для этого необходимо улучшить методы производства этой отрасли промышленности и применять безопасные технологии.

#### Библиографический список

1. Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2017. – № 8 (часть 1) – 126-131с.

2. Эколого-экономический подход к развитию угледобывающей отрасли [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/ekologo-ekonomicheskiiy-podhod-k-razvitiyu-ugledobuvayuschey-otrasli> (дата обращения: 09.10.2020).

3. Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Кемеровской области – Кузбассу [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://42.rosпотребнадзор.ru/content/873/86843> (дата обращения: 13.10.2020).

4. Акулов А.О. Эффект декаплинга в индустриальном регионе (на примере Кемеровской области) // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. 2013. № 4 (28). С.177-185.

5. Исследование качества атмосферного воздуха в городе Новокузнецке по снежному покрову / Кузнецова Е.А., Горбунова А.Р., Павелко Т.С. Никитина Д. Ю. // 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. 346-350. – URL: <http://library.sibsiu.ru>.

6. 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>.

7. 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>.

8. Исследование качества речной воды города Новокузнецка / Никитина А.М., Борзых Д.М., Риб С.В. // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения, под общ. ред. М.В. Темлянцева, Новокузнецк. – 2016. с. 314–319.

9. Оценка влияния разреза ООО «Бунгурский- Северный» на атмосферный воздух в радиусе одного километра / Н. В. Шарипова, Я. А. Богданова // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения : труды Всероссийской

ской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых – Новокузнецк : Изд. центр СибГИУ, 2020. – С.67-74.

УДК 622.83:004.42

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОСТАВЕ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ ЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ ПРИ ОПТИМИЗАЦИИ ПАРАМЕТРОВ ПОДЗЕМНОЙ КОМБИНИРОВАННОЙ ТЕХНОЛОГИИ

Рубцова А.К., Сат Ч.А., Пушинский С.Н.

Научный руководитель: д-р тех. наук, профессор Домрачев А.Н.

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк,*

В данной статье рассматривается обоснование экономической целесообразности комбинированной подземной технологии и расчет оптимальных параметров очистных работ в коротких забоях. Для реализации решения задачи были использованы возможности кросс-платформенной свободно расширяемой среды octave.

Ключевые слова: комбинированная подземная разработка, короткие забои, линейное программирование, потери угля.

Для обоснования экономической целесообразности использования комбинированной подземной технологии и расчета оптимальных параметров работ в коротких забоях, была сформулирована целевая функция задачи линейного программирования (1) минимизирующая издержки очистных работ и система ограничений (2), исключающая недопоставку угля потребителям (т.е. снижение добычи ниже установленного минимума  $A_{o.3}$ , т/сут) [1].

Для оценки влияния стоимостных параметров отработки запасов короткими забоями на целесообразность реализации комбинированной технологии предлагается использовать математический аппарат линейного программирования. Поставленная задача может быть реализована в виде [2-6].

$$A_{кз}C_{кз} + A_{кмз}C_{кмз} \rightarrow \min. \quad (1)$$

$$A_{кз} + A_{кмз} \geq A_{o.3}; \quad (2)$$

$$q_{кз}A_{кз}k_{н.кз} + q_{кмз}A_{кмз}k_{н.кмз} \leq 14,4(Q_{кз} + Q_{кмз});$$

где  $A_{кз}$  - добыча из коротких забоев, т/сут;  
 $C_{кз}$  - себестоимость угля в коротких забоях, руб/т;  
 $A_{кмз}$  - добыча из длинных забоев, т/сут;  
 $C_{кмз}$  - себестоимость угля в длинных забоях, руб/т;  
 $A_{o.3}$  - минимально допустимая добыча из очистных забоев, т/сут;

- $q_{кз}$  - относительная газообильность в коротких забоях, м<sup>3</sup>/т;
- $q_{кмз}$  - относительная газообильность в длинных забоях, м<sup>3</sup>/т;
- $Q_{кз}$  - максимальная подача воздуха в короткие забои, м<sup>3</sup>/мин;
- $Q_{кмз}$  - максимальная подача воздуха в длинные забои, м<sup>3</sup>/мин;
- $k_{н.кз}$  - коэффициент неравномерности газовыделения в коротких забоях;
- $k_{н.кмз}$  - коэффициент неравномерности газовыделения в длинных забоях.

При использовании приведенных выше условия и ограничений максимально допустимым можно считать значение  $C_{кз}$ , при котором выполняется условие  $A_{кз}=0$ . До настоящего времени в [2] для решения задачи линейного программирования рекомендовалось использовать табличные процессоры Microsoft Excel и Open Office Calc. Альтернативой такому подходу может быть использование среды octave [7], пример которого приведен в виде скриншота на рисунке 1.

```

al@linux-myoe:~
Файл Правка Вид Поиск Терминал Справка
For information about changes from previous versions, type 'news'.

octave:1> function y=f(x)
> y=360*x(1)+290*x(2);
> endfunction
octave:2> function r=g(x)
> r=[-0.36*x(1)-0.58*x(2)+2000;
> x(1)+x(2)-5200;
> x(1);
> x(2)];
> endfunction
octave:3> x0=[0;0];
octave:4> [x,jbj,info,iter]=sqp(x0,@f,[],@g)
x =

    4618.18
     581.82

jbj = 1831272.72728
info = 104
iter = 3
octave:5>

```

Рисунок 1 – Скриншот решения задачи линейного программирования

Использование octave позволяет снизить трудоемкость выполнения расчета, повысить точность получаемых результатов и обеспечить сохранение алгоритма и исходных данных в виде m-файлов. По результатам расчетов, что для экономически оправданной компенсации потерь добычи в длинных комплексно-механизированных забоях при переходе разрывных нарушений себестоимость угля в коротких забоях в зависимости от сопутствующих капитальных затрат не должна превышать аналогичный показатель для длинных комплексно-механизированных забоев более чем на 5-10%.



### Библиографический список:

1. Лунгу К. Н. Линейное программирование. Руководство к решению задач. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005. - 128 с.
2. Домрачев А.Н. Комбинированная разработка месторождений полезных ископаемых: Метод. указ./Сиб. гос. индустр. ун-т; сост. А.Н. Домрачев. – Новокузнецк: Изд. Центр СибГИУ, 2015. – 39 с.
3. Домрачев А.Н., Криволапов В.Г. Выбор и обоснование параметров комбинированной технологии при различных способах развития шахтного фонда. – Новокузнецк, 2011. – 209 с.
4. Домрачев А.Н. Моделирование работы коротких забоев в качестве элемента комбинированной технологии отработки пологих пластов. - Научно-технические технологии разработки и использования минеральных ресурсов : сб. науч. статей / Сиб. гос. индустр. ун-т ; под общ. ред. В.Н. Фрянова. – Новокузнецк : СибГИУ, 2016. - С.156-159.
5. Домрачев А.Н. Сравнительная оценка аналитического расчета и результатов имитационного моделирования нагрузки на длинный комплексно-механизированный очистной забой / 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, 2016. – С 8-11.
6. Домрачев А.Н., Доносов Е.П. Оценка эффективности использования пионерных участков на основе систем разработки с короткими забоями. Научно-технические технологии разработки и использования минеральных ресурсов: сб. науч. статей / Сиб. гос. индустр. ун-т ; под общ. ред. В.Н. Фрянова. – Новокузнецк: СибГИУ, 2011. - С. 106-108.
7. Алексеев Е.Р. Введение в Octave для инженеров и математиков/ Е. Р. Алексеев, О. В. Чеснокова.- М.: ALT Linux, 2012. — 368 с.

УДК 622.831

### **ПОДГОТОВКА ВЫЕМОЧНЫХ УЧАСТКОВ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ В ЗОНЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ НАРУШЕНИЙ НА ПРИМЕРЕ ШАХТЫ «ОСИННИКОВСКАЯ»**

**Чернов А.В., Верховая А.С., Кротков И.А.**

**Научный руководитель: канд. тех. наук, доцент Волошин В.А.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк, e-mail: verkhova.a@list.ru*

В статье обозначена проблема проведения подземных горных выработок в сложных горно-геологических условиях, которые заданы, главным образом, геологическими нарушениями пород и их недостаточной устойчиво-

стью для отработки.

Ключевые слова: геологическое нарушение, анкерная крепь, конвергенция, исследование, шахта.

Рост добычи коксующихся марок углей в Кузбассе непрерывно растет, подготовка выемочных участков в сложных горно-геологических условиях является насущной проблемой руководителей шахт и проектных организаций.

При подготовке к отработке выемочного участка угольного пласта мы можем столкнуться с зоной геологического нарушения, что существенно снизит темпы проведения выработок и повысит их стоимость. Крепления выработок на этих участках рекомендовано осуществлять рамной металлической крепью, с увеличением плотности установки до 2,0 – 2,5 рам на погонный метр, что приведет к повышению риска несвоевременного ввода в эксплуатацию замещающих выемочных участков. Неудовлетворительное состояние выемочных штреков перед лавой является следствием повышенных концентраций напряжений и деформаций [3]. Существующие способы крепления и поддержания подготовительных выработок в зонах влияния геологических нарушений требуют учета взаимовлияния с очистными забоями. При выборе и обосновании способов охраны и конструкции крепи подготовительных выработок необходимо стремиться к снижению затрат. Представляет интерес состояние подготовительных горных выработок на различных стадиях крепления и эксплуатации [1].

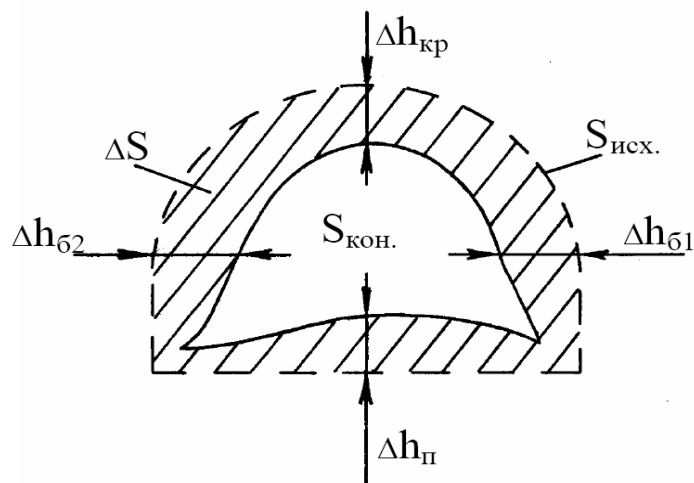


Рисунок 1 – Общая графическая интерпретация потери исходного сечения выработки ( $S_{исх}$ ) за счет вертикальных и горизонтальных смещений пород по контуру ее сечения.  $\Delta h_{кр}$  и  $\Delta h_{п}$  – соответственно смещение кровли и поднятие почвы выработки;  $\Delta h_{\delta 1}$  и  $\Delta h_{\delta 2}$  – горизонтальные смещения;  $\Delta S$  – абсолютная площадь потери сечения;  $S_{кон}$  – конечное сечение выработки за рассматриваемый период времени

Целью данной статьи является разработка технологических и технических решений по сокращению времени ввода в эксплуатацию выемочных

участков в зонах влияния разрывных геологических нарушений за счет оптимизации параметров крепления выработок.

Преобладающим видом деформации пород горных выработок в зонах влияния геологических нарушений является: вертикальная и горизонтальная конвергенция (рисунок 1); потеря симметрии рамной крепи; деформирование стоек крепи; деформации и разрушение затяжки; пучение пород почвы различной интенсивности, что является причиной уменьшения сечения выработки до неудовлетворительного состояния, нарушения рельсового пути, ленточных конвейеров и т.д.

В связи с высокой трещиноватостью углепородного массива и высокой его изрезанностью выработками, а также постепенного раздавливания целиков горным давлением, устанавливаемая во вновь проходимых вентиляционных, конвейерных штреках крепь должна обеспечивать сохранность и устойчивость выработок с учетом дополнительных на нее нагрузок и расслоений в породах кровли, в том числе в зоне опорного давления отрабатываемого очистного забоя.

Проведение горных выработок на шахтах «Осинниковская» сопряжено с трудностями преодоления геологических нарушений и в условиях повышенной газоносности пластов. Своевременная подготовка шахтного поля напрямую зависит от стабильной работы проходческих бригад в запланированных объемах проведения выработок.

Подготовку заменяющей лавы 4-1-5-4 шахты «Осинниковская» предусматривается осуществлять в зонах влияния геологических нарушений, Все дизъюнктивные нарушения блока №4, пласта Е5 по форме и типу являются согласными диагональными взбросами. Разрывные нарушения Н0, Н7, Н71, Н8 определены, как непереходимые для механизированных комплексов. В местах пересечения непереходимых нарушений проектом предусматривается перемонтаж механизированного комплекса.

При проведении выработок вблизи или в зонах влияния от геологических нарушений необходимо применение усиленного металлического крепления. В качестве крепи выработок необходимо использовать металлическую рамную податливую крепь (желательно арочной формы с податливостью не менее 300 мм), устанавливаемую с шагом не более 0,4–0,8 метра, а при необходимости и сплошную, с минимальным отставанием от груди забоя выработки. Крепь должна быть из спецпрофиля СВП-27.

«Проектом отработки выемочного участка 4-1-5-4» предусмотрено использовать металлическую рамную податливую крепь (А19-27) с шагом установки 0,4 м, с забутовкой закрепленного пространства и анкерованием рам крепи. Применяемые конструкции крепей, в основном подпорно ограждающего типа, в настоящее время не в состоянии обеспечить достаточную устойчивость выработок. Об этом свидетельствуют все увеличивающиеся затраты на ремонт и поддержание подготовительных выработок, с одновременным увеличением доли применения металлической крепи (в первую оче-

редь – тяжелых профилей).

Предлагаемая металлорамная комбинированная крепь (рисунок 2) в качестве крепления выработок в зоне геологических нарушений в отличие от общепринятой имеет такие преимущества, как минимальное нахождение людей в опасных зонах и исключает трудоемкие, высокозатратные и низкоэффективные процессы по установке рамной металлической крепи при отсутствии механизации, за счет тяжелого ручного физического труда.



Рисунок 2 – Комбинированная металлорамная крепь с анкерами глубокого заложения

Общеизвестно, что в зоне геологических нарушений принятая организация работ в подготовительном забое не обеспечивает высокие темпы проведения, за счет специфики операций в забое. Рекомендуется перераспределить численность проходческого звена в зависимости от предстоящих сменных работ. Так при выемке горной массы и установке ограждающей крепи первой стадии рекомендуемый состав проходческого звена: машинист горновыемочных машин (далее МГВМ), проходчик, крепильщик. При установке анкерной крепи с использованием металлических верхняков из СВП-27 на второй стадии рекомендуемый состав проходческого звена: МГВМ, проходчик 1, проходчик 2, крепильщик, горно рабочий (далее ГРП).

При интенсивном проявлении горного давления в выемочных штреках впереди очистного забоя шахты, как правило, производят усиление крепи деревянными стойками или стойками ГВКУ. Также находят применение канатные анкеры АК01 (АК01-25), АК02 .

В результате усиления крепи канатными анкерами возрастает прочность приконтурного массива пород кровли на сопряжении лавы со штреком, в зонах опорного давления от очистного забоя и влияния выработанного пространства, а также происходит перераспределение нагрузки на крепь штрека [2-5]. Связывание массива пород анкерами глубокого заложения обеспечивает снижение интенсивности смещений, а после посадки кровли за

механизированным комплексом наблюдается подпор упрочненного массива разрушенными породами.

Исходя из рассмотренных возможных технологий ведения горных работ в зоне геологических нарушений на шахте «Осинниковская» предлагаются следующие технические решения:

1. Крепление выработок в зонах влияния геологических нарушений осуществлять сталеполимерной анкерной крепью первого уровня с плотностью установки в соответствии с действующими нормами расчета в указанных зонах.

2. С отставанием от подготовительного забоя устанавливать анкеры глубокого залегания повышенной несущей способности.

3. При работе выемочного участка проводить дополнительное усиление крепления выработок в зоне опорного давления очистного забоя за счет установки деревянных или гидравлических стоек.

4. Крепление выработок в зонах разрывных геологических нарушений осуществлять сталеполимерной анкерной крепью первого уровня с плотностью установки в соответствии с действующими нормами расчета в указанных зонах с применением в качестве опорного элемента металлическую огнестойкую конструкцию с отверстиями под анкерное крепление.

5. С отставанием от подготовительного забоя устанавливать анкеры глубокого залегания повышенной несущей способности между рамами анкерной крепи первого уровня.

6. При работе выемочного участка проводить дополнительное усиление крепления выработок в зоне опорного давления очистного забоя за счет установки деревянных или гидравлических стоек.

7. В случае аварийной ситуации на участках геологических нарушений перекрепку выработок осуществлять с применением высокопроизводительной анкероустановочной самоходной машины. Работы по восстановлению выработок проводить силами специализированных бригад.

Таким образом, проблема поддержания подготовительных выработок в устойчивом состоянии во время всего периода их эксплуатации не только остается актуальной, но и приобретает возрастающий характер и требует внедрения эффективных способов охраны и крепления, разработки новых конструкций крепи подготовительных выработок.

На ближайшую перспективу возможны три взаимодополняющих направления решения задачи повышения устойчивости подготовительных выработок: с одной стороны – совершенствование конструкции металлической крепи на основе широкого привлечения технических решений по повышению ее надежности и использованию несущей способности приконтурного массива (комбинированная крепь); с другой – расширение объема применения новых конструкций крепи и способов охраны и поддержания с разгрузкой и упрочнением массива; и с третьей – совершенствование анкерной крепи второго уровня.

Полный переход во вновь проходимых выработках (конвейерных, вентиляционных и газодренажного штреков) от рамной крепи к анкерной, но с сохранением арочной формы поперечного сечения выработок и установки анкеров под изогнутый верхняк из СВП-17(22), возможен, при проведении дополнительных натуральных (инструментальных) исследований и расчетов, выполняемых по мере проведения выработок, отбора образцов пород и определения их физико-механических свойств, результатов наблюдений за расслоениями и контроля состояния пород кровли выработок.

Анкеры глубокого заложения АК01 (АК01-25) могут успешно использоваться в качестве крепи усиления в выработках с рамной, рамно-анкерной и анкерной крепью; существенно повышается устойчивость сопряжения выработок, что способствует повышению безопасности ведения горных работ; значительно снижается трудоемкость при установке и доставке элементов крепи.

#### Библиографический список

1. "Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности в угольных шахтах». Серия 05. Выпуск 40. – Москва: Закрытое акционерное общество «Научно-технический центр исследований проблем промышленной безопасности, 2014. – 200 с.

2. Домрачев А.Н., Риб С.В., Никитина А.М. Адаптация методов оценки риска обрушения подземных горных выработок к условиям шахт юга Кузбасса // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. 2016. № 4. С. 81 - 89.

3. 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.

4. Риб С.В., Никитина А.М., Борзых Д.М. Обоснование параметров анкерного крепления горных выработок, проводимых по первому слою пласта III в условиях дизъюнктивных и пликативных нарушений с дробленными и обводненными породами в условиях ОАО «Шахта «Сибиргинская»//Вестник СибГИУ. -2013. -№ 3(5). -С. 24-27.

5. 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.

## **ФОРМИРОВАНИЕ ИНТЕРАКТИВНОЙ ИНФОРМАЦИОННО-СПРАВОЧНОЙ СИСТЕМЫ ПРИНЯТИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПРИ КОНТРОЛЕ РАБОТЫ МОНОРЕЛЬСОВОГО ТРАНСПОРТА ШАХТЫ**

**Павздерин К.А., Мысак Е.А., Фастовец Н.А, Радченко А.А., Серик М.М.**  
**Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Коряга М.Г.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк, e-mail: kirill\_03\_04@mail.ru*

В работе рассмотрена актуальная проблема создания компьютерных систем непрерывного контроля и управления процессами работы вспомогательного транспорта шахты.

Сформулированы требования к формированию современной информационно-справочной системы для принятия оперативных решения в процессе работы шахтного монорельсового транспорта.

Ключевые слова: информационно-справочная система, монорельсовый транспорт, шахта.

На сегодняшний день актуальной является проблема формирования компьютерных систем непрерывного контроля управления монорельсовым транспортом на угольных шахтах. На данный момент контроль многих процессов осуществляется непосредственно на месте ведения работ обслуживающим персоналом. Это, в свою очередь, затрудняет получение актуальной информации о состоянии работы монорельсового транспорта диспетчером шахты.

Контроль за работой осуществляется с определенной периодичностью, что влечет задержку передачи информации на пульт диспетчера шахты.

Кондуктор дороги или машинист дороги ежемесячно перед началом работы осматривать подвижной состав, приводную станцию, натяжное устройство, локомотив, сцепки и сигнальные устройства, а аварийные тормозные устройства (парашюты) опробует включением вручную.

Монорельсовый путь, привод, парашютные устройства и электрооборудование не реже одного раза в сутки осматриваются ответственным лицом, назначенным приказом по шахте.

Контроль состояния монорельсовой дороги осуществляться еженедельно механиком участка, в ведении которого находится дорога, и ежеквартально главным (старшим) механиком шахты.

Результаты осмотров заноситься в Книгу осмотра подъемной установки [1].

На дорогах, установленных в выработках с углом наклона более  $6^\circ$ , ежемесячно под руководством механика участка производятся испытания ограничителя скорости аварийной тормозной (парашютной) системы в соответствии с заводской документацией.

Аварийные тормозные устройства (парашюты) не реже одного раза в шесть месяцев подвергаются испытаниям в соответствии с требованиями заводской эксплуатационной документации под руководством главного (старшего) механика шахты. Результаты испытаний должны оформляться актом [2].

Предлагается для проведения периодических осмотров обеспечить персонал шахты специальными электронными планшетами, куда данные будут вводятся в момент проведения осмотров и обходов, и передаваться сразу на пульт диспетчера шахты с автоматическим занесением в электронные журналы контроля.

На сегодняшний день персонал шахты проходить тестирование на алкотестере перед началом смены на проходной. Так же есть процедура допуска к работе для получения специального оборудования, так, например, на некоторых горношахтных предприятиях процедуру допуска проводят в помещении ламповой, а следит за прохождением процедуры персонал, выдающий лампы шахтерам.

Для обслуживающего персонала монорельсового дизельного транспорта предлагается ввести новую форму контроля допуска к работе в виде установки на транспортное средство алкоблокираторов (другое название этого устройства - алкозамок). При соответствующем программировании такой алкотестер не только предотвращает запуск двигателя при обнаружении алкоголя в выдохе (предсменный контроль), но и может потребовать пройти тест на допуск к работе во время поездки (форма удаленного текущего контроля трезвости). Результаты такого тестирования так же будут отражаться на пульте диспетчера.

Для перевода стрелочного остряка удалённо, вилочную стрелку следует оборудовать дистанционным переключателем, который будет подключен к общей системе управления и подключен к электронному планшету для дистанционного управления.

Для этого потребуется разработка вилочного остряка, включающего в себя возможность переключать направление дистанционно. Можно совместить в вилочном остряке возможность переключения направления, как удаленно, так и вручную [3]. Так же потребуется написать специальное ПО для планшетов, с помощью которого будет вестись управление вилочной стрелкой. Как вариант размещение пульта управления в кабину монорельсового дизелевоза. Для соединения планшета с вилочным остряком, так же, как и с системой видеонаблюдения, предлагается использовать сеть Wi-Fi.

Для контроля выбросов выхлопных газов в рудничную атмосферу рекомендуется оборудовать дизелевозы датчиками системы контроля отработавших газов. Кроме датчиков кислорода, системы контроля отработавших газов содержат датчики содержания оксидов азота и углерода. Эти датчики встраиваются в выпускную систему непосредственно за накопительным нейтрализатором. Он позволяет определять концентрации оксидов азота, углерода и кислорода в отработавших газах.

Видеонаблюдение в дизелевозах монтируется в первую очередь для повышения уровня безопасности пассажиров. Как правило, изображение с



камер выводится на монитор машиниста состава. Он контролирует ситуацию, принимая решение о реагировании на нештатные ситуации. Так же данные с видеокамер передаются на пульт диспетчера шахты. Записанное видео сохраняется на серверах, что обеспечивает доступ к информации при решении спорных вопросов.

Для контроля скорости монорельсового транспорта предлагается использовать систему датчиков, передающих данные о скорости дизелевозов на пульт диспетчера. В случае превышения допустимой скорости движения, на пульт диспетчера будут выводиться данные о местоположении и фактической скорости дизелевоза.

Внедрение информационно-справочной системы для принятия технологических решений при оперативном контроле монорельсового транспорта шахты даст возможность немедленно реагировать на нештатные ситуации и ликвидировать их в короткие сроки.

#### Библиографический список

1. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности угольных шахтах «Правила безопасности в угольных шахтах» (ПБ 05-618-03). Серия 05. Выпуск 11 / Кол. авт. - М.: ФГУП «НТЦ «Промышленная безопасность», 2013. – 200 с.

2. Безопасность горнотранспортного оборудования угольных шахт: Сборник документов. Серия 05. Выпуск 12 / Колл.авт. — М.: Федеральное государственное унитарное предприятие «Научно-технический центр по безопасности в промышленности Госгортехнадзора России», 2004. — 108 с.

3. Денисов М.А. Актуальность интеграции монорельсового транспорта в существующие и перспективные технологические схемы подготовительных выработок в условиях действующих шахт / Денисов М.А. - Наука и молодежь : проблемы, поиски, решения : труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Вып. 23 – Ч. I. Технические науки. – Новокузнецк: Изд. центр СибГИУ., 2019. – С. 132 – 135.

УДК 504.03:622.3(571.17)

### **ВЛИЯНИЕ УГОЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ ОТКРЫТОЙ ДОБЫЧИ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ В КУЗБАССЕ**

**Агеев Дми.А., Ворсина А.М., Агеев Дан.А.**

**Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Никитина А.М.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк, e-mail: dmitry\_ageev98@mail.ru*

В данной статье рассмотрена проблема влияния угольных предприятий открытой добычи на атмосферу в условиях угледобывающих предприятий

Кузбасса. Представлены сведения о видах загрязняющих веществ в атмосфере региона, приведен анализ образования отходов на территории Кемеровской области. Предложен способ борьбы с пылью при ведении взрывных работ на разрезах Кузбасса.

Ключевые слова: открытая добыча, атмосфера, отходы, угольные отвалы, пылеподавление.

В последнее время за счет повышения интенсивности добычи угля открытым способом растет количество выделяемых вредных веществ в атмосферный воздух из организованных и неорганизованных источников. Следствиями воздействия экологических аспектов на окружающую среду являются запыление и загрязнение рабочей зоны горнодобывающего объекта и прилегающих территорий, загрязнение земель и водного бассейна, снижение продуктивности земель, рост заболеваемости живых организмов, отрицательное влияние на флору и фауну [1, 5, 6].

По объемам образования отходов Кемеровская область занимает первое место в Российской Федерации. При этом увеличение добычи угля напрямую влияет на увеличение образования отходов за счет размещения вскрышных пород, которые относятся к V классу опасности (практически не опасные), а также приводит к значительному увеличению площади нарушенных земель. Объемы образования отходов при добыче полезных ископаемых в Кемеровской области ежегодно растут.

На рисунке 1 показана динамика образования отходов от предприятий угольной промышленности Кузбасса за последние 10 лет и зависимость образования отходов производства от уровня добычи угля.

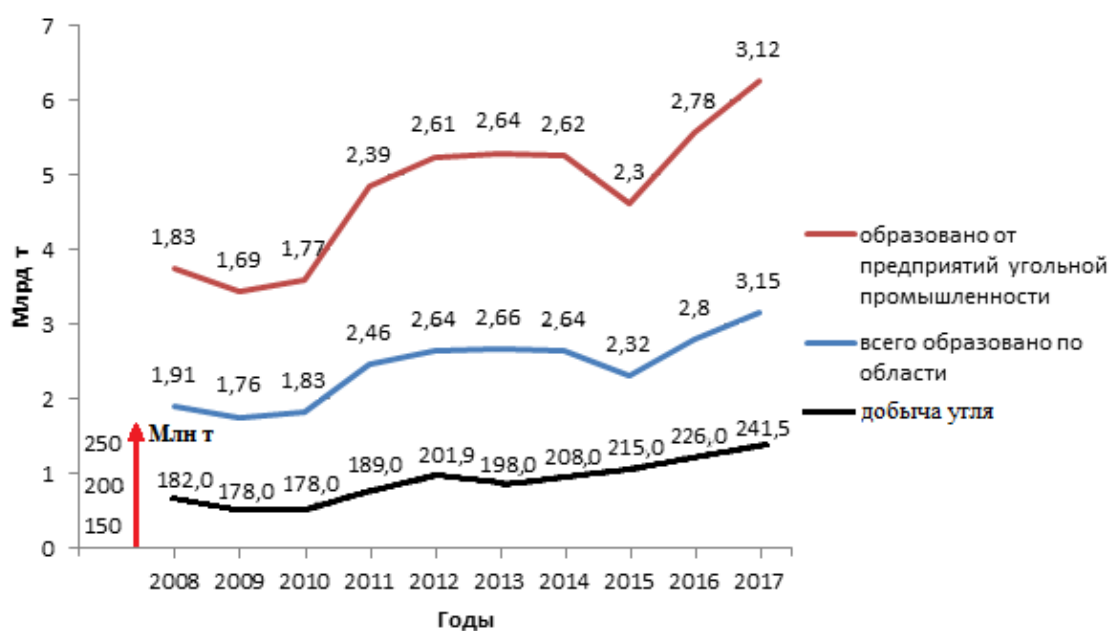


Рисунок 1 – Динамика образования отходов в 2008-2017 гг на территории Кемеровской области [1]

Тесно связаны между собой проблемы образования отходов и нарушенных земель. Площадь нарушенных земель по состоянию на 01.01.2017 составила 98,1 тыс. га, из них при разработке месторождений полезных ископаемых 92,3 тыс. га, что составляет 94 % от общей площади нарушенных земель. По состоянию на 01.01.2018 всего – 102,1 тыс. га, из них при разработке месторождений полезных ископаемых – 95,9 тыс. га, что составляет 94 % от общей площади нарушенных земель. Для нашего региона это давняя проблема, и особое беспокойство вызывают низкие темпы рекультивации. Так, в 2017 году рекультивировано всего 52,2 % от отработанных из общей площади нарушенных земель. Но и здесь с угольными предприятиями ведется постоянная работа [1].

Добыча угля может также негативно сказаться на гидрологии в регионе. Ухудшение качества вод связано с проникновением токсичных микроэлементов, повышением содержаний растворенных твердых веществ в подземных водах, а также с увеличением количества наносов, разгружаемых в водные потоки. Создание угольных отвалов, как например на АО «Разрез «Степановский» (рисунок 2), приводит к отложению вредных компонентов в водных потоках и к выщелачиванию воды из этих отвалов, содержащей большое количество токсичных микроэлементов [7].



Рисунок 2 – Отвал АО «Разрез «Степановский»

К настоящему времени гидрографическая сеть угледобывающих районов Кузбасса значительно сокращена. Загрязненные стоки угольных предприятий составляют свыше 30 % общего сброса загрязняющих веществ [2].

Производство массовых взрывов на угольных разрезах приводит в среднем к выбросу в атмосферу 6-8 м<sup>3</sup> вредных газов, до 200 т пыли. В витающей пыли содержится около 9,0-11,7 % свободной двуокиси кремния. По дисперсности большинство пылевых частиц (82,9-97,3 %) имеют размер до 5 мкм. Содержание диоксида серы увеличивается в 40 раз. Радиус загрязнения в районе разрезов составляет 3500-4000 м.

Существуют различные способы пылеподавления. Так, например, из-

вестен способ пылеподавления при взрывных работах разработанный Федотенко В.С. и Федотенко С.М. (патент РФ 2273738, МПК E21F 5/02, 2006 г.), заключающийся в продолжительной (до, во время и после взрыва) обработке пылегазового облака жидкостью, например водой, из оросительных установок (рисунок 3).



Рисунок 3 – Оросительная установка на угольном разрезе

Техническим результатом данного изобретения является повышение эффективности пылеподавления, сокращение времени простоя оборудования после проведения взрывных работ, улучшение экологической обстановки на взрываемом блоке и близлежащей территории [3].

Недостатками данного способа являются невысокая эффективность пылеподавления мельчайших фракций пыли (до 20 мкм), а также необходимость применения защищающих от физических воздействий специальных установок.

Исходя из вышеизложенного, весьма актуальным является разработка комплекса мероприятий, направленных на снижение выбросов в атмосферу и повышение эффективности существующих способов пылеподавления.

Так в июне 2019 года между Минприроды России, Росприроднадзором, Правительством Кузбасса и тремя промышленными предприятиями были заключены четырехсторонние соглашения о взаимодействии в рамках реализации федерального проекта «Чистый воздух». Согласно данным соглашениям, на реализацию воздухоохраных мероприятий в период до 2024 года АО «ЕВРАЗ ЗСМК» направит 2,9 млрд рублей, АО «Кузнецкие ферросплавы» – 3 млрд рублей, АО «Кузнецкая ТЭЦ» – 0,12 млрд рублей.

Ранее, в рамках Красноярского форума в марте подобное соглашение было заключено с ЗАО «РУСАЛ Глобал Менеджмент Б.В.» (АО «РУСАЛ Новокузнецк») на сумму 4,7 млрд рублей на внедрение технологии «Экологический Содерберг». Благодаря природоохраным мероприятиям, РУСАЛ планирует к 2024 году снизить выбросы в воздух на 2,9 тыс. тонн [4].

Таким образом, разработка и внедрение воздухоохраных мероприятий позволит улучшить состояние окружающей среды в Кузбассе.

## Библиографический список

1. Миняева О.Н. Государственное регулирование в сфере охраны окружающей среды / О.Н. Миняева, Э.Н. Вольфсон // Сборник научных трудов по материалам V Научно-практической конференции школьников, студентов и преподавателей с международным участием «Учим управлять и учимся управлять. [Электронный ресурс]: режим доступа: science.kuzstu.ru/wp-content/Events/Other/2019/gimu/pages/Articles/033.pdf.

2. Влияние открытого способа угледобычи на окружающую среду Кузбасса ФГБОУ ВПО «Кемеровский государственный университет». [Электронный ресурс]: режим доступа: <https://pandia.ru/text/80/251/92867.php>

3. Федотенко В.С., Струпалева М.В., Самарцев М. Г., Федотенко С.М., Елесина Н.В., Джавальян С.Л., Способ пылеподавления при взрывных работах. [Электронный ресурс]: режим доступа: <https://edrid.ru /rid/216 .012. b22a.html>.

4. Пресс-служба Минприроды России Нацпроект «Экология» в регионах: Кузбасс – за «Чистый воздух» Режим доступа: [https://www.mnr.gov.ru /press/news/natsproekt\\_ekologiya\\_v\\_regionakh\\_kuzbass\\_za\\_chistyuy\\_vozdukh\\_/?special\\_version=N](https://www.mnr.gov.ru /press/news/natsproekt_ekologiya_v_regionakh_kuzbass_za_chistyuy_vozdukh_/?special_version=N).

5. Исследование качества атмосферного воздуха в городе Новокузнецке по снежному покрову / Е. А. Кузнецова, А. Р. Горбунова, Т. С. Павелко, Д. Ю. Никитина // 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. 346-350. – URL: <http://library.sibsiu.ru>.

6. Исследование состояния качества атмосферного воздуха по составу снежного покрова на ООО «Шахта «Есаульская» / А.А. Онюшкина // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения. Труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Под общей редакцией М.В. Темлянцева. 2020. С. 50-54.

7. Оценка влияния разреза ООО «Бунгурский - Северный» на атмосферный воздух в радиусе одного километра / Шарипова Н.В., Богданова Я.А. // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения. Труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Под общей редакцией М.В. Темлянцева. 2020. С. 67-74.

## **ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ СТАЦИОНАРНЫХ ИСТОЧНИКОВ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ ГОРОДА НОВОКУЗНЕЦКА**

**Агеев Д.А., Ворсина А.М.**

**Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Никитина А.М.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк, e-mail: dmitry\_ageev98@mail.ru*

В данной статье рассмотрена проблема влияния стационарных источников на окружающую среду города Новокузнецка. Представлены сведения о крупных предприятиях города Новокузнецка, выбросы которых оказывают неблагоприятное влияние на атмосферный воздух, представлена динамика выбросов загрязняющих веществ (ЗВ) за период с 2013 по 2019 годы, приведены среднегодовые концентрации загрязняющих веществ, статистика уровня смертности в городе. Предложены меры борьбы с выбросами и сбросами в окружающую среду.

Ключевые слова: окружающая среда, стационарные источники, атмосферный воздух, выбросы, влияние на организм человека.

Город Новокузнецк крупнейший из российских городов с ярко выраженным промышленным и производственным потенциалом, основная специализация которого – металлургическое производство и производство готовых металлических изделий, добыча полезных ископаемых, промышленное и гражданское строительство.

Наибольший вклад в совокупный валовый выброс вносят следующие предприятия города: ОАО “ЗСМК” - 40,7 %; ОАО “КМК” - 29,8 %; ОАО “НКАЗ” - 6,0 %; ОАО “Западно-Сибирская ТЭЦ” - 5,9 %; ОАО “Кузнецкая ТЭЦ” - 2,2 %; ОАО “Кузнецкие ферросплавы” - 1,6 % (рисунок 1). Совокупно эти предприятия выбрасывают 86,2 % загрязняющих веществ. Котельные города вносят 2,4 % в общий валовый выброс [1]. Несмотря на сравнительно небольшой процент валовых выбросов от котельных, они оказывают негативное влияние на атмосферу города, особенно в зимний период. Это объясняется размещением котельных непосредственно в жилых районах города, отсутствием на мелких котельных золоулавливающих устройств, низкой эффективностью очистки отходящих газов на котельных средней мощности и низкой высотой выбросов [1, 5, 6].

Выбросы промышленных предприятий города подвергаются воздействию комплекса метеорологических факторов, которые определяют тот или иной уровень загрязнения. Высокий уровень загрязнения атмосферного воздуха города наблюдается в периоды неблагоприятных метеословий (НМУ). Возникновению НМУ способствуют штили, приземные и приподнятые инверсии и туманы.

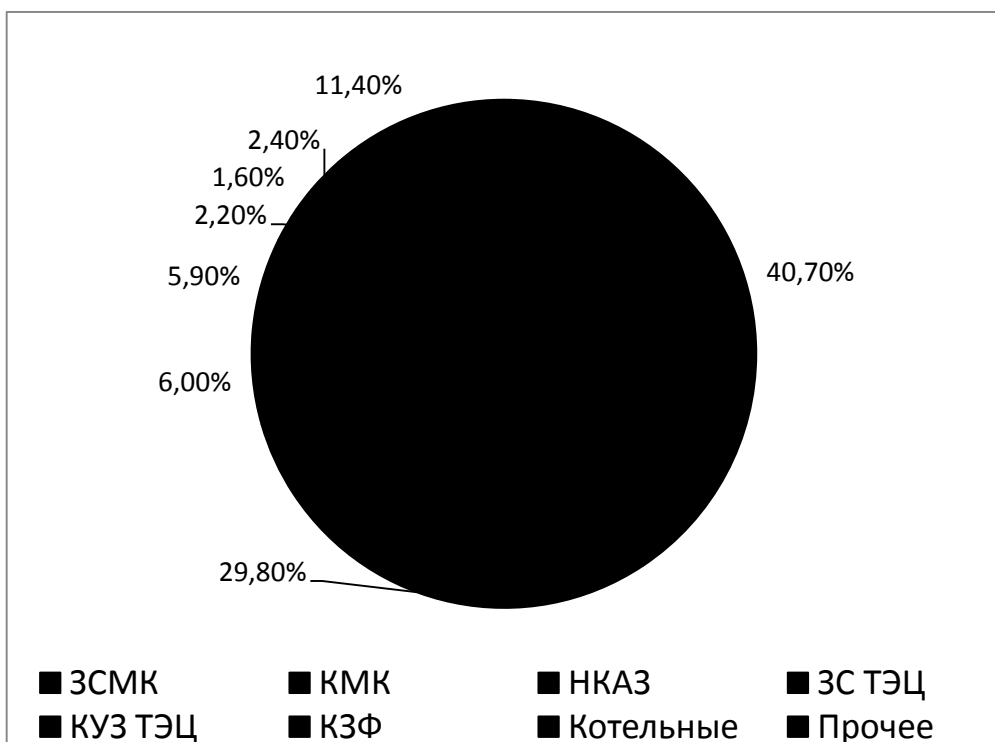


Рисунок 1 – Крупные предприятия города Новокузнецка, выбросы которых оказывают неблагоприятное влияние на атмосферный воздух

По данным территориального органа Федеральной службы государственной статистики за период 2013-2019 гг (рисунок 2) по Кемеровской области в городе Новокузнецке наибольшая масса выбросов загрязняющих веществ от стационарных источников наблюдалась в 2017 году и составила 313,31 тыс. т. В том числе твердых веществ – 36,166 тыс. т, серы диоксида – 55,997 тыс. т, углерода оксида – 197,127 тыс. т, азота оксидов (в пересчете на диоксид) – 17,779 тыс. т, углеводородов (без локальных очистных сооружений (ЛОС)) – 1,778 тыс. т, ЛОС – 1,025 тыс. т [2,3].

С 2013 по 2015 годы прослеживается тенденция снижения выбросов загрязняющих веществ. Выбросы в этот период снизились на 12,180 тыс. т. С 2016 по 2017 гг. выбросы загрязняющих веществ увеличились на 45,801 тыс. т. (17,1 %).

Проведены исследования на содержание в атмосфере города аммиака, бенз(а)пирена, взвешенных веществ, водорода фтористого, водорода цианистого, диоксида и оксида азота, диоксида серы, металлов, оксида углерода, сажи (углерода), сероводорода, фенола и формальдегида.

Наибольшее количество проб с превышением ПДК в 2017 году отмечено по водороду фтористому – 394. Меньше всего было зафиксировано проб с концентрациями выше ПДК по сероводороду – 11. В 2019 году наибольшее количество проб с превышением ПДК отмечено по водороду фтористому – 400, наименьшее – по сероводороду – 1.

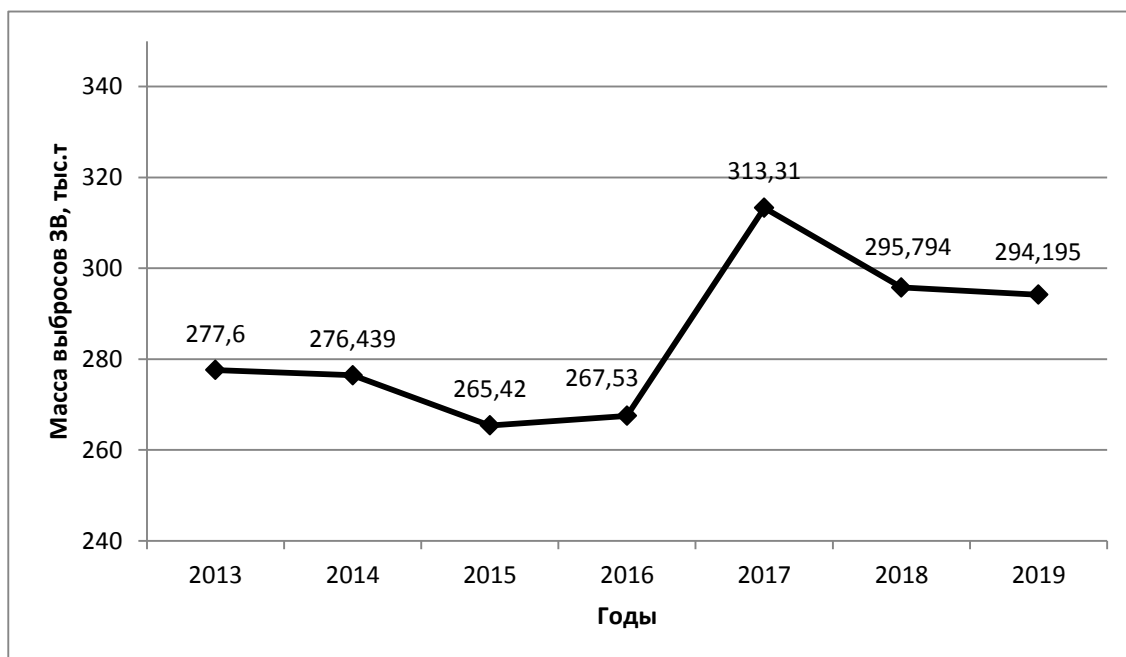


Рисунок 2 – Динамика выбросов ЗВ в атмосферный воздух стационарными источниками в городе Новокузнецке с 2013 по 2018 годы, тыс. т

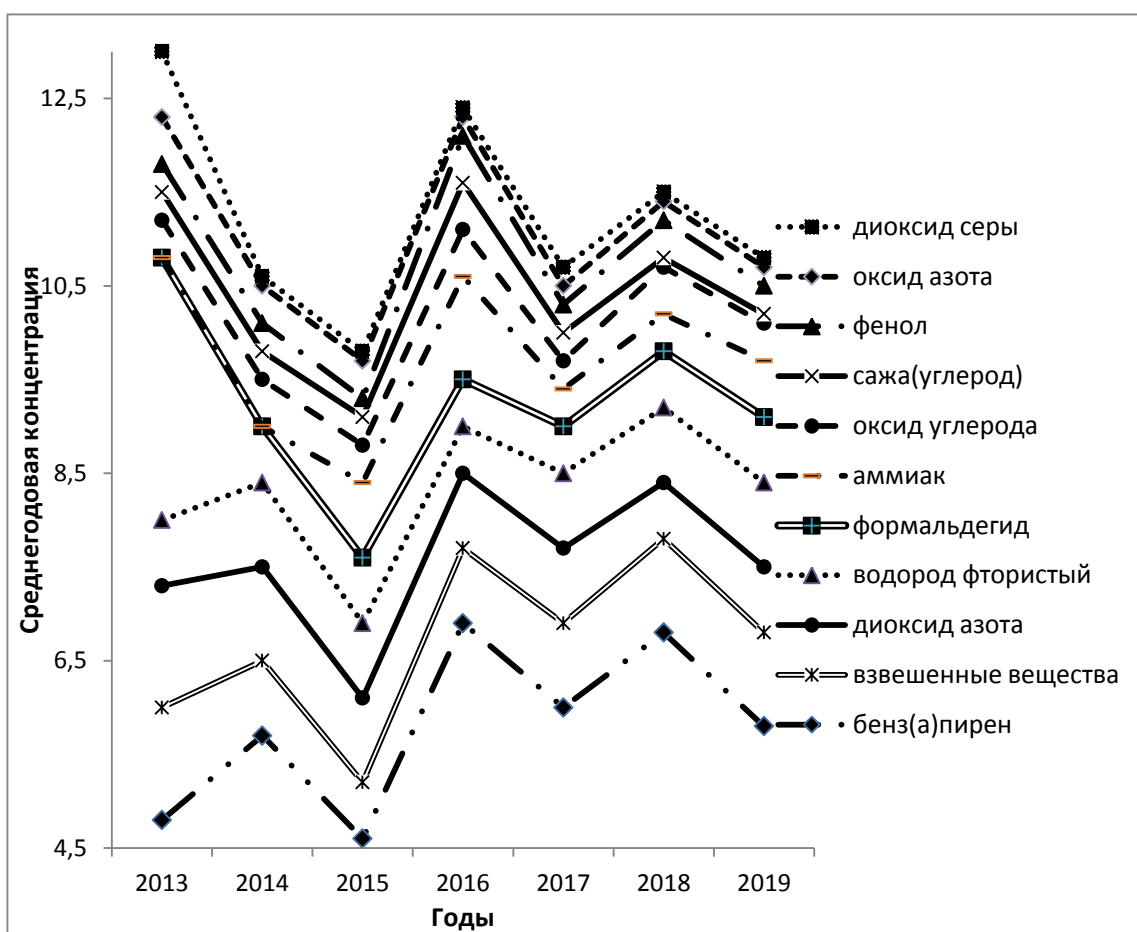


Рисунок 2 – Среднегодовые концентрации загрязняющих веществ в г. Новокузнецк в долях предельно допустимой концентрации (ПДК)



В целом по городу Новокузнецку среднегодовые концентрации по всем загрязняющим веществам, кроме бенз(а)пирена, не превысили 1 ПДК.

С 2015 по 2016 годы прослеживается тенденция максимального увеличения среднегодовой концентрации бенз(а)пирена на 2,3 ПДК. А максимальное снижение среднегодовой концентрации бенз(а)пирена наблюдалось в период с 2014 по 2015 годы, и составило 1,1 ПДК.

За период 2015-2019 годы отмечается увеличение среднегодовых концентраций взвешенных веществ и водорода фтористого в 1,7 раза и 1,1 раза соответственно [2, 3].

Химические вещества, загрязняющие окружающую среду, могут оказывать воздействие на определенные органы и системы человеческого организма. При превышении допустимых уровней по содержанию в атмосферном воздухе населенных мест бенз(а)пирена, создает риск вызвать онкологические заболевания, способный проникать в организм через кожу, органы дыхания, желудочно-кишечный тракт, плаценту. Помимо канцерогенного, бенз(а)пирен оказывает мутагенное, эмбриотоксическое и гематотоксическое действие.

Превышение допустимых уровней по содержанию в атмосферном воздухе азота диоксида существует вероятность возникновения вредных эффектов со стороны органов дыхания, крови (образование метгемоглобина), по взвешенным вещества — со стороны органов дыхания.

Высокие концентрации содержания углерода оксида в атмосферном воздухе населенных мест создают риск неблагоприятных эффектов со стороны системы крови, сердечно-сосудистой системы, центральной нервной системы, оказывают влияние на процессы развития организма.

Фенол влияет на органы дыхания, сердечно-сосудистую систему, центральную нервную систему, почки, печень. А формальдегид — на органы дыхания, иммунную систему, органы зрения (рисунок 3).

По данным территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Кемеровской области, численность населения города по состоянию на 01.01.2019 составила 552,1 тыс. человек, с учетом проживания студентов из ближнего зарубежья.

На одного жителя Кузбасса в среднем приходится 645 кг загрязняющих веществ. Самая высокая антропогенная нагрузка наблюдается в Новокузнецком районе – 6320 кг/чел.

Существует положительная связь между уровнем загрязнения атмосферного воздуха и уровнем смертности жителей города Новокузнецка (рисунок 4). Особенно ярко проявляется эта связь с сердечно-сосудистыми, респираторными, хроническими ревматическими болезнями сердца. Повышение уровня загрязнения на 50 % приводит к повышению смертности от заболеваний сердечно-сосудистой системы и рака легких на 20-25 %.

Исходя из данных в таблицах (рисунок 4) мы можем увидеть, что несмотря на то что смертность с каждым годом превышает рождаемость,

наблюдается снижение уровня смертности населения за последние 5 лет на 4%. Уровень смертности в 2019 году по сравнению с 2016 годом уменьшился на 257 человек. Уровень рождаемости в период с 2016 по 2019 годы резко снизился на 1767 человек.

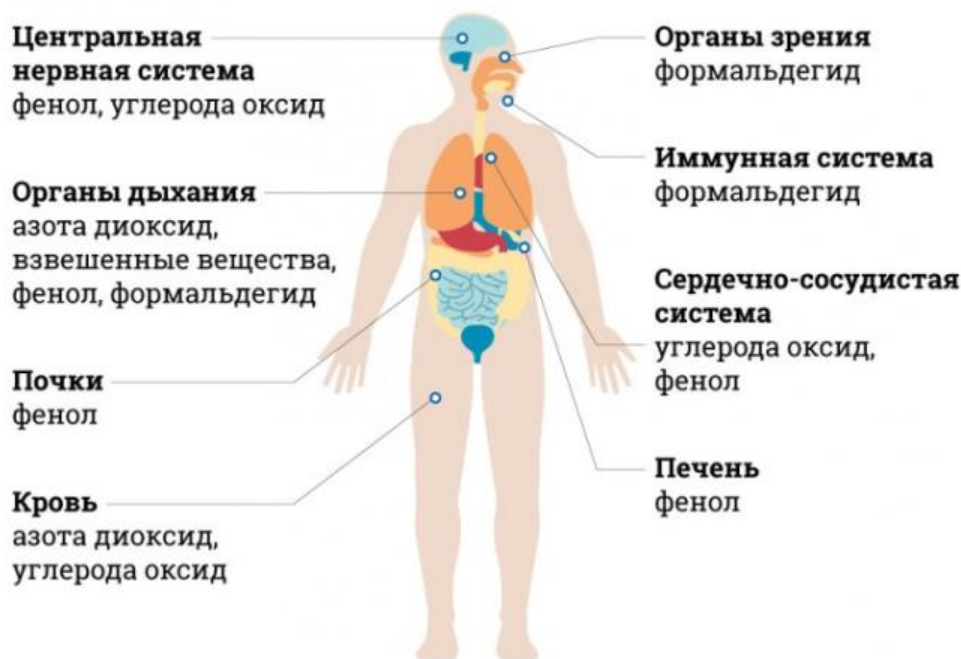


Рисунок 3 – Влияние вредных примесей в атмосферном воздухе города Новокузнецка на организм человека [4]

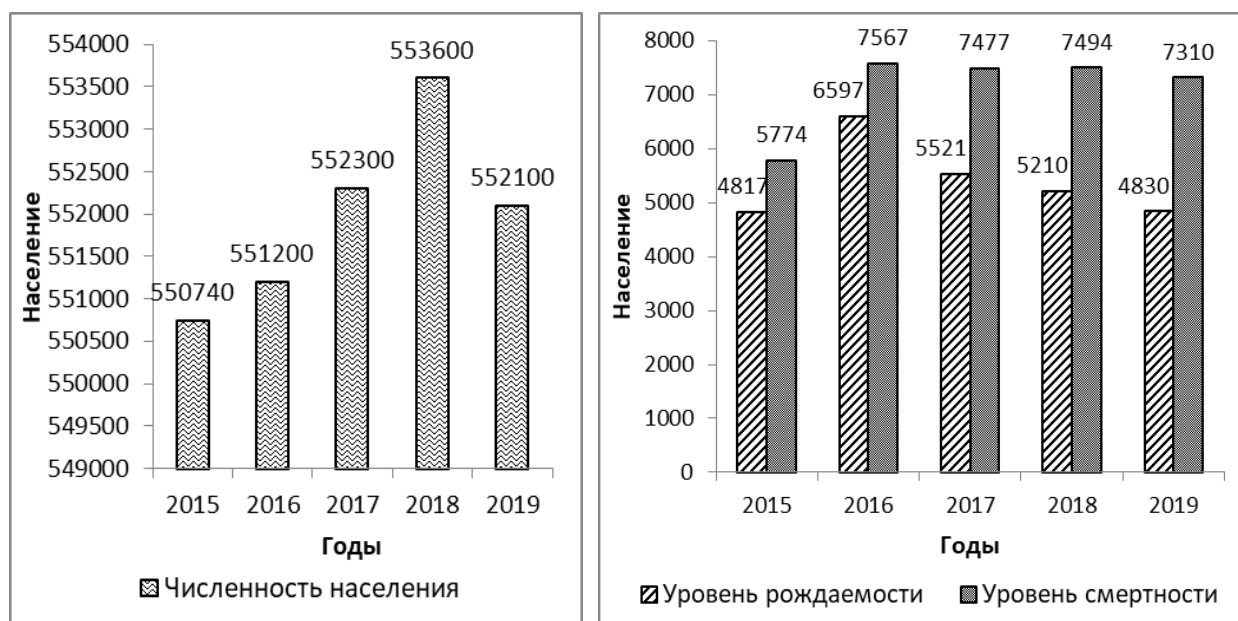


Рисунок 4 – Численность населения города Новокузнецка, уровень рождаемости и уровень смертности в период с 2015 по 2019 годы

С целью снижения негативной нагрузки на окружающую среду предусмотрены реконструкция газоочистного оборудования, ремонт циклонов и газоходов городских котельных. После разработки проектно-сметной документации на 26 муниципальных котельных в соответствии с техническим заданием в 2020-2021 годы произведут необходимые мероприятия.

12 мероприятий по внедрению новых технологических решений с использованием наилучших доступных технологий и современных пылегазовых очистных сооружений реализуют предприятия города: АО «ЕВРАЗ ЗСМК», АО «РУСАЛ Новокузнецк», АО «Кузнецкие ферросплавы», АО «Кузнецкая ТЭЦ». Ранее в рамках международных экономических форумов в Санкт-Петербурге и Красноярске были подписаны соответствующие четырехсторонние соглашения между Минприроды России, Росприроднадзором, Правительством Кузбасса и промышленными предприятиями.

С целью улучшения экологической ситуации и понижению антропогенной нагрузки на город Новокузнецк в настоящее время проводится ряд природоохранных мероприятий:

– АО «ЕВРАЗ ЗСМК», г. Новокузнецк. В феврале 2017 года состоялся ввод в эксплуатацию двух современных газопылеулавливающих систем на базе рукавных фильтров. Новые установки предназначены для очистки воздуха от загрязняющих веществ, образующихся в процессе производства агломерата.

– АО «РУСАЛ Новокузнецкий Аллюминиевый Завод», г. Новокузнецк. Переведены четыре электролизера корпуса № 9 на технологию РА-167 с предварительно обожженными анодами, осуществлен вывод шести электролизеров «Экологический Содерберг» корпуса № 12 на проектную мощность, что обеспечило снижение массы выбросов загрязняющих веществ.

– ООО «Распадская угольная компания», г. Новокузнецк. На АО «ЦОФ «Кузнецкая», находящееся под управлением ООО «Распадская угольная компания» выполнен ремонт третьей ступени газоочистки сушильного агрегата № 4, второй и третьей ступеней газоочистки сушильного агрегата № 3, а также ремонт системы аспирации и вентиляции в производственных помещениях.

Так, к 2024 году планируется уменьшить выбросы в атмосферный воздух города на 69 тыс. тонн (свыше 20 %) к уровню 2017 года. Для этого разработан комплексный план по снижению выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух города. В него вошли 24 мероприятия по направлениям «Транспорт», «Теплоэнергетика», «Промышленные предприятия», «Мониторинг» и «Прочие»[5].

Исходя из вышеизложенного, ряд мероприятий позволит сократить антропогенную нагрузку и тем самым улучшить экологическую ситуацию в городе.

#### Библиографический список

1. Экологическая ситуация в Новокузнецке [Электронный ресурс]: режим доступа: <http://www.publicecology.ru/publojs-239-2.html>.
2. Доклад о состоянии и охране окружающей среды Кемеровской об-

ласти в 2017 году. [Электронный ресурс]: режим доступа: [http://kuzbasseco.ru/wp-content/uploads/2018/09/doklad\\_20172.pdf](http://kuzbasseco.ru/wp-content/uploads/2018/09/doklad_20172.pdf).

3. Доклад о состоянии и охране окружающей среды Кемеровской области в 2019 году. [Электронный ресурс]: режим доступа: <http://ecokem.ru/wp-content/uploads/2020/09/gosdoclad2019.pdf>.

4. Администрация правительства Кузбасса / На общественных слушаниях рассказали о реализации в Кузбассе нацпроекта «Экология» [Электронный ресурс]: режим доступа: <https://ako.ru/news/detail/na-obshchestvennykh-slushaniyakh-rasskazali-o-realizatsii-v-kuzbasse-natsproekta-ekologiya>.

5. Шарипова Н.В. К вопросу охраны окружающей среды в угольной промышленности России / Н.В. Шарипова, А.М. Никитина // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения. Труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. 2019. С. 105-108.

6. Исследование качества атмосферного воздуха в городе Новокузнецке по снежному покрову / Е. А. Кузнецова, А. Р. Горбунова, Т. С. Павелко, Д. Ю. Никитина // 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. 346-350. – URL: <http://library.sibsiu.ru>.

УДК 622.32

## **АНАЛИЗ ФАКТОРОВ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ УСТОЙЧИВОСТЬ БОРТОВ И ОТКОСОВ УСТУПОВ**

**Зозуля М.Ю., Матвеев А.В., Егоров В.С.**

**Научный руководитель канд. техн. наук, доцент Чаплыгин В.В.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк, e-mail: [matveev-av@yandex.ru](mailto:matveev-av@yandex.ru)*

При проектировании углубки рабочих горизонтов Талдинского угольного разреза крайне важно учитывать вопросы устойчивости бортов, уступов и внутренних отвалов на основе анализа природных и технологических факторов, влияющих на безопасность персонала, занятого при производстве работ.

Ключевые слова: устойчивость бортов и откосов, проектные работы.

Как известно, на устойчивость бортов и откосов уступов при открытой разработке угольных месторождений оказывает влияние ряд природных и техногенных (технологических) факторов.

К наиболее существенным инженерно-геологическим факторам при проектировании бортов карьера относятся:

1. Структурно-тектоническое строение массива, а именно условия зале-

гания угольных пластов и вмещающих пород, наличие тектонических нарушений, трещин большого протяжения, поверхностей древних оползней и др.

2. Прочность горных пород в прибортовом массиве.

3. Характеристики сопротивления сдвигу по контактам пород и другим поверхностям ослабления, которые зависят от характера контакта и контактирующих поверхностей (контакты открытые, закрытые, с заполнителем; поверхности ровные, неровные, гладкие, шероховатые).

4. Снижение прочности пород, склонных к набуханию.

5. Физико-географические факторы.

6. Горнотехнические факторы.

Объем и методика инженерно-геологических работ при проектировании участка работ, должна определяться в зависимости от степени сложности геологического строения месторождения, а также стадии его освоения.

Особое внимание при разработке проектных решений и отработке разрезом месторождения следует обращать особое внимание на те из них, которые при геологической разведке месторождения наиболее часто оказываются не выявленными, а к таким факторам относятся:

а) характеристика контактов почвы и кровли угольных пластов с вмещающими породами и прочностные свойства контактов;

б) прослои углисто-глинистых и глинистых пород во вмещающей толще, слагающей борта и уступы горной выработки, пространственное распространение и прочностные характеристики пород этих прослоев;

в) трещиноватость глинистых отложений;

г) складки и другие осложненные формы залегания слоев;

д) тектонические нарушения и тектонические трещины большого протяжения.

И уже на стадии разработки проектных решений необходимо учитывать все вышеизложенные основные факторы, определяющие устойчивость бортов, уступов и отвалов, а выявление новых факторов в период эксплуатации, не предусмотренных в проекте, необходимо вносить коррективы в проектные решения на отработку месторождения.

На основании выполненных сотрудниками кафедры открытых горных работ и электромеханики совместно со студентами работ, включающих изучение фактического состояния откосов и приоткосных зон бортов и уступов горных выработок Талдинского поля филиала ОАО «УК «Кузбассразрезуголь», «Талдинский угольный разрез», расположенного в пределах Ерунаковского геолого-экономического района Кузбасса, изучения и анализа горно-геологических условий и основных факторов, оказывающих влияние на устойчивость бортов и уступов, а также выполненных расчетов их устойчивости с учетом ранее проведенных (в прошлые годы) исследований, сделаны нижеследующие основные выводы.

1. Горно-геологические условия рассматриваемого поля и факторы, влияющие на устойчивость бортов и уступов, являются относительно простыми, хотя толща пород, слагающих борта и уступы участков поля, харак-

теризуется большим многообразием.

2. Коренные породы месторождения, слагающие борта и уступы горных выработок, представлены песчаниками, алевролитами, аргиллитами и угольными пластами.

3. Формирование отвалов (навалов) на бортах и уступах вблизи их верхней бровки и расположение тяжёлого горно-транспортного оборудования необходимо производить за пределами призмы обрушения (бермы безопасности), ширина которой составляет не менее 0,2-0,3 высоты борта (уступа).

4. Для надёжного обеспечения устойчивости бортов и уступов с предельными параметрами, необходимо применять следующие противооползневые меры:

а) проводить заоткоску уступов, особенно при приближении горных работ к проектному контуру, бурением наклонных взрывных скважин, имея при этом в виду, что в конечном итоге за счёт обрушений и осыпаний откосов под воздействием агентов выветривания откосы уступов, в конечном счете, примут углы, не круче полученных расчётами, а осыпавшиеся и обрушавшиеся породы на бермах уступов будут препятствовать стоку поверхностных вод к водосборнику, создавая оползнеопасную ситуацию;

б) не допускать подрезку горными работами поверхностей ослабления (различных трещин большого протяжения, а возможно и не выявленных участков с таким залеганием слоёв, особенно на выходах угольных пластов под наносы);

в) не допускать скопления дождевых и талых вод в прибортовой полосе на расстоянии до 100-150 м от верхней бровки борта, максимально исключить проникновение в породы борта дождевых, талых и других вод; при укладке отвалов (навалов) на борт (верхний уступ), не создавать условия, препятствующие стоку атмосферных, талых и др. вод;

г) с глубины горных работ 40-50 м по коренным породам лежащего борта угольных пластов бурением скважин по нормали к слоям на глубину 10-15 м в наиболее глубокой части горной выработки через каждые 150-200 м по простиранию залежи постоянно выявлять наличие напорных вод и в случае их обнаружения снимать напоры бурением таких же скважин;

д) не допускать заваливания отвальными породами снежных сугробов, расположенных на основании и откосах внутреннего отвала, а также оснований и откосов этого отвала, покрытых коркой льда или сильно размокшими глинами.

5. Учитывая недостаточную изученность геологических, инженерно-геологических и других влияющих на устойчивость откосов условий (факторов), особенно гидрогеологических условий, маркшейдерской службе необходимо, по мере подвигания фронта горных работ, систематически производить тщательную документацию структуры толщи пород, слагающих борта (уступы), обращая особое внимание на выявление тектонических нарушений, сплошных трещин и других поверхностей ослабления, падающих в горную выработку под углами, превышающими 12-15°.

6. В связи с тем, что борта разреза и внутренние отвалы ещё длительное время будут находиться в рабочем состоянии, закладка наблюдательных станций долговременного наблюдения для контроля развития деформаций откосов и приоткосных зон бортов и отвалов нецелесообразна.

#### Библиографический список

1. Штумпф Г.Г., Рыжков Ю.А., Шаламанов Н.А., Петров А.И. Физико-технические свойства горных пород и углей Кузнецкого бассейна: Справочник - М.: Недра, 1994. -44с.

УДК 622.32

## **ОЦЕНКА ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА ВЗОРВАННОЙ ГОРНОЙ МАССЫ НА ОСНОВЕ МОДЕЛИ КУЗНЕЦОВА-РАМЛЕРА**

**Клепиков С.В., Миллер Э.А.**

**Научный руководитель канд. техн. наук, доцент Чаплыгин В.В.**

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

Оценка гранулометрического состава горной взорванной горной массы является одной из важнейших характеристик, учитываемых при расчете производительности экскаваторно-автомобильного комплекса и как следствие влияющей на прогноз эксплуатационных затрат по предприятию.

Ключевые слова: фракционный состав пород, распределение энергии взрыва.

Моделирование характера распределения энергии взрыва и процесса разрушения массива горных пород при распространении ударной волны играет важную роль при оценке технической эффективности различных способов ведения БВР на карьерах.

Имитационное моделирование и анализ динамики процесса разрушения скального массива используется при проектировании взрывных работ в тех случаях, когда необходимо выполнить тщательный анализ энергонасыщенности взрываемого блока. Такая ситуация возникает, если массив имеет большое количество трещин, содержит разнородные включения и прослойки, либо когда существенно важным моментом для проектировщика является необходимость изменить степень фрагментации раздробленной породы.

При моделировании результатов массовых взрывов для различных условий горнодобывающих предприятий Ерунаковского каменноугольного месторождения, проведенных студентами кафедры открытых горных работ и электромеханики с использованием специализированного программного комплекса BlastMaker, установленного в компьютерном классе кафедры,

экспериментально установлено, что аналитическая зависимость Розина–Раммлера:

$$P(x) = 1,0 - e^{-\ln 2(x/x_{50})^n}, \quad (1)$$

достаточно удовлетворительно описывает экспериментальные данные полученные в результате производства массовых взрывов на предприятиях по фракционному составу для различных типов пород.

Для приведенной зависимости средний размер раздробленных фрагментов находится по формуле:

$$x_{50} = 1,063 \cdot A \cdot Q_e^{1/6} / q^{0,8}. \quad (2)$$

где  $A$  – коэффициент, учитывающий дробимость пород массива;  
 $Q_e$  – средний вес заряда в скважине, пересчитанный на эталонное ВВ;  
 $q$  – удельный расход эталонного ВВ (граммонит 79/21).

Коэффициент дробимости для каждого из участков блока горных работ, сложенного различными типами горных пород, с различными характеристиками пород определяется из уравнения:

$$A = 0,06 \cdot [11,63 \cdot d_0 \cdot (0,025 \cdot \rho - 50,0) + H_f]; \quad (3)$$

где:  $d_0$  – средний размер отдельностей в блоке, м;  
 $\rho$  – средняя плотность пород в блоке, кг/м<sup>3</sup>;  
 $H_f$  – коэффициент, учитывающий предел прочности породы на сжатие  $\sigma_c$  и модуль Юнга  $E$ :  $H_f = E/3$  если  $E < 50$ ; и  $H_f = \sigma_c/5$  если  $E > 50$ .

Показатель монотонности кривой распределения фракционного состава определяется исходя из следующего соотношения:

$$n = (2,2 - 0,014 \cdot B / d_3) \cdot \sqrt{(1,0 - SD / B)} * \\ * [0,5 \cdot (1,0 + S / B)] \cdot [ |L_B - L_c| / L_{tot+0,1} ]^{0,1} \cdot (L_{tot} / H), \quad (4)$$

где  $B$  – величина забойки, м;  
 $S$  – среднее расстояние между скважинами, м;  
 $d_3$  – диаметр скважины, м;  
 $L_b$  – длина нижней части рассредоточенного заряда, м;  
 $L_c$  – длина верхней части рассредоточенного заряда, м;  
 $L_{tot}$  – суммарная длина заряда, м;  
 $H$  – высота уступа, м;  
 $SD$  – среднеквадратичное отклонение по глубине скважин, м;

Для определения качества дробления взрываемого блока при проектировании результатов взрыва на основании приведенной методики строится распределение энергии в вертикальных и горизонтальных сечениях. Для визуализации процесса распределения диапазона распределения горной массы по



крупности в результате моделирования процесса, области недостаточной или чрезмерной энергонасыщенности автоматически выделяются на графике различными цветами.

В соответствии с приведенной методикой, расчет энергии дробления выполняется с учетом применяемой схемы короткозамедленного взрывания и образующихся при этом свободных поверхностей. После определения энергии, затрачиваемой на разрушение каждого из элементарных объемов блока, рассчитывается фракционный состав взорванной массы. При расчете фракционного состава используется экспериментальная кривая распределения размера кусков породы от величины энергии дробления (рисунок 1) [1].

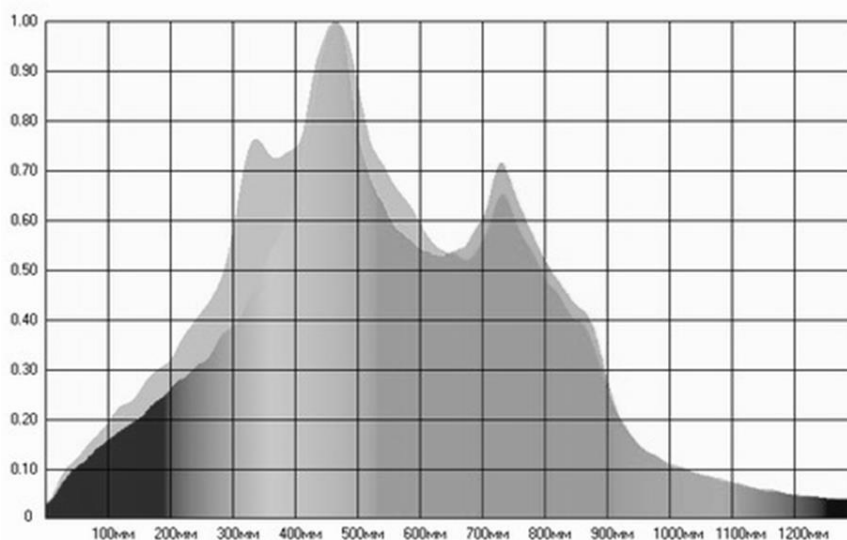


Рисунок 1 – Распределение энергии взрыва, при формировании классов выхода дробленной горной массы.

В дальнейшем, определив по картине распределения энергии области плохой проработки породы, проектировщиком должны приниматься меры по насыщению таких областей дополнительной энергией за счет добавочных скважин и/или использования более мощных промышленных взрывчатых веществ.

Приведенный прогноз параметров развала необходим при проектировании массового взрыва для подготовки рабочих площадок и обеспечивает нормальное функционирование транспортных и энергетических коммуникаций, а также используется в целях создания условий для максимально эффективного и производительного использования комплекса задействованного горно-транспортного оборудования, а следовательно в итоге влияет на сокращение эксплуатационных затрат и снижение себестоимости готовой продукции.

#### Библиографический список

1. Буровзрывные работы на угольных разрезах. под редакцией Н.Я. Репина, М., Недра, 1986 г.

## **ГЕОМЕХАНИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ УСТОЙЧИВОСТИ ОТКОСОВ ВНУТРЕННИХ ОТВАЛОВ**

**Миллер Э.А., Матвеев А.В., Старцев В.А.**

**Научный руководитель канд. техн. наук, доцент Чаплыгин В.В.**

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

В настоящее время при разработке проектов отработки запасов угольных полей складывается актуальная проблема по выбору места расположения отвалов, а также рационального порядка формирования слоев вмещающих пород для обеспечения их устойчивости.

Ключевые слова: устойчивость бортов и откосов, проектные работы.

В памяти еще свежи воспоминания о причиненном ущербе, нанесенном развитием оползней на разрезах «Кийзасский» в 2019 году и разрезе «Восточный» в 2020 году, приведшие к локальным нарушениям экосистемы.

В настоящее время размещение вскрышных пород на угольных предприятиях на Талдинском угольном разрезе производится в основном на внешних отвалах, формируемых за границами горного отвода по транспортной технологии и лишь частично по бестранспортной схеме на внутренние [1].

Основное влияние на устойчивость отвалов при их формировании оказывают следующие факторы: это геометрические параметры отвалов, литологический состав и физико-механические свойства отвальной смеси, состав пород оснований отвалов и угол падения основания отвалов.

Зачастую в проектной деятельности намечаемые к отсыпке внутренние отвалы формируются на основание, представленное слоями песчаника, алевролита и аргиллита. Сотрудниками кафедры, на основании выполненного анализа соотношения пород по литотипам и значений физико-механических свойств пород, полученных на основании данных геологоразведочных работ, отраженных в Геологических материалах по изучению рыхлой толщи четвертичных отложений поля Талдинского угольного разреза, аналитически определены показатели прочностных свойств отвальной смеси вскрышных пород и контактов «отвал-основание» [2].

По результатам проведенной работы, для расчета параметров отвалов были применены два метода расчета: алгебраического суммирования сил и многоугольника сил, которые в полной мере отражают процессы возможного развития характера деформаций складываемой отвальной смеси.

В результате произведенных расчетов, установлено, что в зависимости от положения поверхности скольжения относительно основания отвала в существующих условиях возможно образование оползней на предполагаемых к формированию отвалах пород по следующему характеру возникнове-

ния, как надподошвенные, контактные (подошвенные) и подподошвенные.

Надподошвенные оползни отвалов характеризуются плавной криволинейной поверхностью скольжения, образующейся в теле отвала и выходящей в нижнюю бровку откоса. Это характерно при отсыпке отвала на прочное основание.

Контактные оползни характеризуются ломаной поверхностью скольжения, проходящей по контакту «отвал-основание» или контакту между слоями в породах основания внутренних отвалов.

Подподошвенные оползни возникают в основном при размещении отвалов на основании, породы которого обладают низкой несущей способностью.

Они характеризуются плавной криволинейной поверхностью скольжения, захватывающей породы основания с образованием вала выпирания у нижней бровки откоса.

Следовательно, подводя итог всему вышеизложенному, необходимо при формировании будущих мест отвалообразования выполнять комплекс технических и организационных мероприятий обеспечивающих максимальную безопасность при производстве работ и исключаяющих возникновение рисков возникновения оползней.

#### Библиографический список

1. Геологические материалы по изучению рыхлой толщи четвертичных отложений поля Талдинского угольного разреза, ГГП «Запсибгеология». Николаев С.В., Галкина Л.И. Том 4, 2012г. – 79 с.

2. Проект реконструкции Талдинского угольного разреза с приростом мощности до 10 млн. т угля в год при внедрении циклично-поточной технологии отработки вскрышных пород в зоне транспортной системы разработки. – Новосибирск: Гипроуголь, 2019.- 478 с.

УДК 622.32

### **АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ КУСКОВАТОСТИ ВЗОРВАННОЙ ГОРНОЙ МАССЫ НА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ЭКСКАВАТОРА**

**Репин А.А., Матвеев А.В., Лобанова О.О.**

**Научный руководитель канд. техн. наук, доцент Чаплыгин В.В.**

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

Исследованиями многих авторов установлено, что при заданных геометрических размерах развала наибольшее влияние на параметры процесса черпания экскаватора (удельное сопротивление копания, усиление черпания и его продолжительность) оказывают коэффициент наполнения ковша и характеристики негабаритов.

Ключевые слова: кусковатость пород, взорванная горная масса, цикл экскавации.

Параметры цикла экскавации и наполнения ковша зависят от кусковатости взорванной горной массы и играют существенную роль в повышении эффективности работы оборудования. Для установления такой зависимости в условиях Талдинского угольного месторождения проводились измерения кусковатости взорванных горных пород дублирующими друг друга фотопланиметрическим и линейным методами.

Исследованиями установлено, что при определенных размерах развала наибольшее влияние на параметры процесса черпания экскаватора оказывают коэффициент разрыхления взорванной горной массы, коэффициент наполнения ковша и средняя крупность кусков развала взрыва [1,2].

Известно, что техническая производительность экскаватора типа ЭКГ определяется вместимостью ковша, коэффициентом экскавации и значением цикла экскавации. Последние два параметра зависят от кусковатости взорванной горной массы и играют существенную роль в повышении эффективности работы оборудования.

Различают теоретическую (паспортная), техническую и эксплуатационную производительности экскаватора. Эксплуатационная производительность может быть сменной, суточной, месячной и годовой.

*Паспортная производительность экскаватора* определяется конструктивными параметрами машины:

$$Q_{\text{эп}} = 3600 \cdot E / T_{\text{цп}}, (м^3/ч),$$

где  $E$  – вместимость ковша,  $м^3$ ;

$T_{\text{цп}}$  – паспортная продолжительность цикла экскаватора, с.

*Техническая производительность* - возможная часовая производительность экскаватора при непрерывной его работе в определенных горнотехнических условиях:

$$Q_{\text{эч}} = 3600 E \cdot K_{\text{э}} \cdot K_{\text{з}} / t_{\text{ц}}, (м^3/ч);$$

где  $K_{\text{э}}$  – коэффициент экскавации,  $K_{\text{э}} = K_{\text{нк}} / K_{\text{рк}}$ ;

$K_{\text{з}}$  – коэффициент влияния параметров забоя (для торцевого забоя 0,9; для тупикового 0,8);

$T_{\text{ц}}$  – время цикла экскаватора в конкретных горно-технических условиях,

$$T_{\text{ц}} = (1,1 \div 1,2) T_{\text{цп}}, \text{с};$$

где  $K_{\text{нк}}$  – коэффициент наполнения ковша (для взорванных пород 0,7 ÷ 0,95 для траншейного и бокового забоя соответственно);

$K_{\text{рк}}$  – коэффициент разрыхления породы в ковше.

Значения вышеуказанных коэффициентов могут быть приняты по «Единым нормам выработки на открытых горных работах» (1989 г.) в зависимости от крепости пород (таблица 1).

Таблица 1 - Коэффициенты разрыхления горных пород, наполнения ковша экскаватора (погрузчика) и экскавации по ЕНВ.

Категория пород по крепости	Расчетная средняя плотность горной массы, кг/м <sup>3</sup>	Коэффициенты				
		K <sub>рк</sub>	K <sub>нк</sub>		K <sub>рк</sub>	
			прямая мехлопата	драглайн	прямая мехлопата	драглайн
I	1600	1,15	1,05	1,0	0,9	0,87
II	1800	1,25	1,05	1,0	0,84	0,8
III	2000	1,35	0,95	0,9	0,7	0,67
IV	2500	1,5	0,9	0,85	0,6	0,57
V	3500	1,6	0,9		0,56	

Сменная эксплуатационная производительность (м<sup>3</sup>/ч) характеризует объем работы, который выполняет экскаватор за смену с учетом затрат времени на технические, технологические и организационные перерывы:

$$Q_{э см} = Q_{эч} \cdot T_{см} \cdot K_{изэ}, (м^3/ч),$$

где T<sub>см</sub> – продолжительность смены, ч;

K<sub>изэ</sub> – коэффициент использования экскаватора в течение смены.

Годовая производительность экскаватора:

$$Q_{э год} = Q_{э сут} \cdot n_{см} \cdot n_{год}; м^3/год,$$

где n<sub>см</sub> – число рабочих смен в сутки,

n<sub>год</sub> – число рабочих дней в году.

При решении задачи оптимизации параметров технологической схемы для разработки взорванных полускальных вскрышных пород экскаватором Р&Н 4100ХРС на автотранспорт в условиях «Галдинского угольного разреза» (УК «Кузбассразрезуголь»), когда в процессе экспериментальных исследований вес породы в ковше и в кузове автосамосвалов фиксировался в тоннах, расчет по вышеприведенным формулам с пересчетом на кубометры приведет к значительной потере достоверности результата.

В данном случае техническую производительность экскаватора можно представить в виде:

$$Q_{эч} = (3600 \cdot G) / T_{ц}, (м/ч),$$

где G – вес породы в ковше, т;

T<sub>ц</sub> – время цикла экскаватора в конкретных горно-технических условиях, с.

Годовая производительность экскаватора:

$$\begin{aligned} Q_{э год} &= Q_{эч} \cdot T_{см} \cdot n_{см} \cdot n_{год} \cdot K_{изэ} \cdot K_{изэг} = \\ &= (3600 \cdot G \cdot T_{см} \cdot n_{см} \cdot n_{год} \cdot K_{изэ} \cdot K_{изэг}) / T_{ц}; т/год, \end{aligned}$$

где  $n_{см}$  – число рабочих смен в сутки;  
 $n_{год}$  – число рабочих дней в году;  
 $T_{см}$  – продолжительность смены, ч;  
 $K_{из}$  – коэффициент использования экскаватора в течение смены;  
 $K_{изг}$  – коэффициент использования рабочего времени экскаватором в течение года, ч.

В соответствии с анализом возможностей экскаваторов Р&Н 4100ХРС в условиях предприятия, в котором построены диаграммы использования времени внутри смены для экскаваторов, среднее значение коэффициента использования экскаватора в течение смены составляет

$$K_{из} = (0,80 + 0,67) : 2 = 0,735 \approx 0,74.$$

Величина коэффициента использования рабочего времени в течение года:

$$K_{изг} = (0,91 + 0,88) : 2 = 0,895 \approx 0,90.$$

Учитывая установленные ранее экспериментальные зависимости изменения вес породы в ковше -  $G = (56,65 / D_{св}^{0,287})$  и время цикла экскаватора -  $T_{ц} = 9 \cdot e^{0,7D_{св}} + 17,94$  от кусковатости взорванной горной массы в горно-технических условиях разреза, годовая производительность экскаватора выражается зависимостью:

$$Q_{э год} = (3600 \cdot G \cdot T_{см} \cdot n_{см} \cdot n_{год} \cdot K_{из} \cdot K_{изг}) : T_{ц} = \\ = [3600 \cdot (56,65 / D_{св}^{0,287}) \cdot T_{см} \cdot n_{см} \cdot n_{год} \cdot K_{из} \cdot K_{изг}] / (9 \cdot e^{0,7D_{св}} + 17,94); \text{т/год}.$$

Производительность экскаватора Р&Н 4100ХРС в условиях предприятия, рассчитанная по установленной формуле, представлена в таблице 2. Принятые значения исходных данных:  $T_{см} = 12$ ч;  $n_{см} = 2$ ;  $n_{год} = 365$ ;  $K_{из} = 0,74$ ;  $K_{изг} = 0,90$ .

Таблица 2 - Годовая производительность экскаватора Р&Н 4100ХРС в зависимости от кусковатости взорванной горной массы.

№ п/п	$D_{св}$ , м	G, м	$T_{ц}$ , м	$Q_{э год}$ , т/год	$Q_{э год}$ , ( $\rho = 2,4 \text{т/м}^3$ ) $\text{м}^3/\text{год}$	$Q_{э год} / T_{год}$ , т/ч ( $\text{м}^3/\text{ч}$ )
1	0,1	н.д.	27,59	н.д.	н.д.	н.д.
2	0,2	89,91	28,34	66.632.941,85	27.763.725,77	11.421,17(4.758,82)
3	0,3	80,03	29,04	57.881.135,31	24.117.139,71	9,921,07 (4.133,78)
4	0,4	73,69	29,84	51.866.933,69	21.611.222,37	8.890,21 (3.704,26)
5	0,5	69,12	30,74	47.225.949,94	19.677.479,14	8.094,73 (3.372,80)
6	0,6	65,59	31,64	43.539.355,121	18.141.397,96	7.462,83 (3.109,51)
7	0,7	62,76	32,64	40.384.398,71	16.826.832,79	6.922,06 (2.884,19)
8	0,8	60,40	33,74	37.598.688,51	15.666.120,21	6.444,58 (2.685,24)
9	0,9	58,39	34,84	35.199.878,55	14.666.616,06	6.033,41 (2.513,92)
10	1,0	56,65	36,04	33.013.834,36	13.755.764,32	5.658,71 (2.357,80)

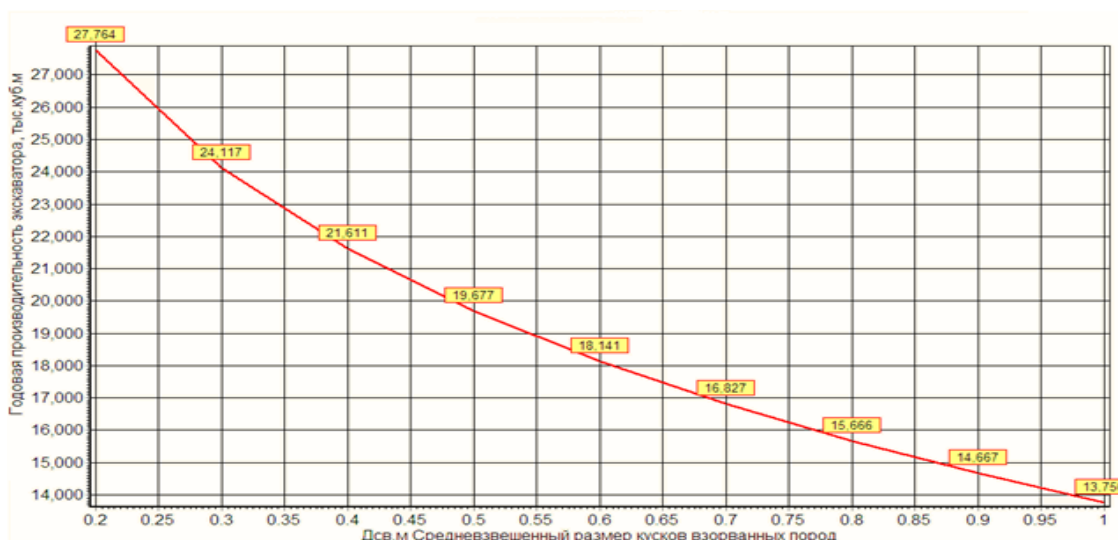


Рисунок 1 – Годовая производительность экскаватора R&N 4100XPC в зависимости от средневзвешенного размера кусков взорванной породы

По результатам проведенных хронометражных наблюдений сотрудниками кафедры ОГР и Э установлена закономерность изменения производительности экскаватора в зависимости от средневзвешенного размера кусков взорванной породы, отражённая на графике.

Стоит также дополнительно отметить, что от степени дробления экскавируемого материала также существенно зависит износ узлов экскаватора и других расходных материалов, таких как канаты и зубья, а далее элементы защиты ковша. Усиленный износ узлов машины при повышенной крупности горной массы ведёт к сокращению плановых межремонтных периодов и, в конечном счёте, пагубно сказывается на ритмичности работы и производительности предприятия в целом. При работе на некачественно взорванной горной массе резко возрастает расход электроэнергии на каждый кубометр погруженного экскаватором материала.

#### Библиографический список

1. Ташкинов, А.С. К оценке производительности карьерных экскаваторов большой единичной мощности при разработке взорванных пород / А.С. Ташкинов, А.А. Сысоев, И.А. Ташкинов // Энергетическая безопасность России. Новые подходы к развитию угольной промышленности: труды XI Международной науч.-прак. конф. – Кемерово, 2009 – С. 104-108.
2. Ржевский, В.В. Открытые горные работы. Часть 1: Учебник для вузов. – 4-е изд., пер. и доп. – М.: Недра, 1985 – 509 с.

## РАСЧЕТ УДЕЛЬНОГО РАСХОДА ВВ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ МАССОВЫХ ВЗРЫВОВ

**Ромашко Д.А., Коновалов В.С., Матвеев А.В.**

**Научный руководитель канд. техн. наук, доцент Чаплыгин В.В.**

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

Снижение удельного расхода взрывчатых веществ, а следовательно, затрат связанных с подготовкой скальной горной массы к выемке на предприятиях горнопромышленного комплекса является актуальной задачей для проведения исследований в данной области.

Ключевые слова: удельный расход взрывчатых веществ (ВВ), взорванная горная масса.

При инженерных расчетах проектов массовых взрывов на открытых горных работах, которые дают точность определения удельного расхода взрывчатых и выхода негабарита в пределах 10- 15 %, целесообразно применять практическую методику, основанную на фундаментальных работах акад. В.В. Ржевского по оценке результатов взрыва породы в массиве с целью выбора расчетного удельного расхода для взрывных скважин с учетом трещиноватости массива.

Пример методики расчета удельного расхода взрывчатых веществ, взятый для анализа в настоящей статье, основан на учете прочностных свойств пород и трещиноватости массива. Проведенный анализ проведенных массовых взрывов по породам различной крепости и категорий трещиноватости на Талдинском угольном разрезе доказали достаточную общность данной методики.

На пример, для высоты уступа от 10 до 20 метров и усредненного типа взрывчатого вещества граммонит 79/21, диагональной схемы короткозамедленного взрывания, при необходимом размере кондиционного куска 500 мм, диаметра скважин 216 мм, расчетный удельный расход ВВ определяется из соотношения:

$$q_p = 0,13\rho^4\sqrt{f}(0,6 + 0,8d_0), \quad (1)$$

где  $\rho$  – плотность пород, т/куб.м;

$d_0$  – средний размер отдельности в массиве, м;

$f$  – коэффициент крепости пород по Протождяконову.

В свою очередь, при необходимости, переход к удельному расходу ВВ (кг/ куб.м) при другом диаметре скважины  $d_3$  осуществляется по формуле:

$$q_p = 0,13\rho^4\sqrt{f}(0,6 + 3,3d_3d_0), \quad (2)$$



А переход к другому типу ВВ производится с помощью коэффициента  $K_{BB}$ , учитывающего теплоту взрыва эталонного и применяемого ВВ:

$$K_{BB} = Q_{\text{э}} / Q_{\text{ф}}, \quad (3)$$

где  $Q_{\text{э}}$  – теплота взрыва эталонного ВВ;

$Q_{\text{ф}}$  – теплота взрыва применяемого ВВ.

Поправка на необходимый размер кондиционного куска, отличного от 500 мм, определяется как  $(0.5/d_k)^{2/5}$ , где  $d_k$  – требуемый размер среднего кондиционного куска, м.

Таким образом, с учетом применяемого типа ВВ и поправки на размер кондиционного куска, формула расчета удельного расхода ВВ имеет вид:

$$q_p = 0,13\rho \sqrt[4]{f} (0,6 + 3,3d_3d_0) \left(\frac{0,5}{d_k}\right)^{2/5} K_{BB}. \quad (4)$$

Проведенный сотрудниками кафедры открытых горных работ и электромеханики анализ на основе данных фотопланиметрии показал, что формула (4) справедлива в диапазоне диаметра скважин 100 – 400 мм и размера кондиционного куска 0,25 – 1,2 м. Расчет по ней обеспечивает при равномерном размещении ВВ в скважинах выход негабарита не более 3%.

В случае, если проектом предусматривается больший выход негабарита  $V_i$  (%), то удельный расход ВВ корректируется по формуле:

$$q' = q \frac{V_{i,i} - V_i}{V_{i,i}}, \quad (5)$$

где  $V_{i,i}$  – содержание негабарита в массиве до взрыва, %.

Естественно, что в таком случае для снижения суммарных затрат на буровзрывную подготовку горной массы к выемке и выемочно-погрузочные работы, рекомендуют улучшение качества буровзрывной подготовки горной массы к выемке за счет уточнения (увеличения) значения рационального удельного расхода ВВ. [1]

Предлагаемая зависимость для определение рационального значения удельного расхода ВВ достаточно сложна для использования, т.к. в каждом случае требует проведение предварительного экспериментального исследования и не включает экономических критериев.

В этой связи обращаем внимание руководства угольных предприятий Кузбасса на тот факт, что кафедра Открытых Горных Работ и Электромеханики СибГИУ располагает необходимым научным потенциалом и предлагает провести все необходимые экспериментальные исследования в производственных условиях [2].

Таким образом, ранее установленные зависимости влияния качества взорванных пород на возможности выемочно-погрузочных работ, когда

объектом исследования были экскаваторы ЭКГ-5, ЭКГ-8 и ЭКГ-10, при применении современных механических лопат большой единичной мощности требуют уточнения. В этой связи основными задачами исследований с целью оптимизации параметров экскаваторно-автомобильного комплекса при разработке полускальных вскрышных пород для повышения их эффективности являются:

- установить зависимость изменения производительности современных экскаваторов от величины средневзвешенного размера кусков взорванных пород;

- установить зависимость изменения величины затрат на разработку одного кубометра вскрыши по всем основным процессам технологии отработки полускальных вскрышных пород экскаваторно-автомобильными комплексами при различных параметрах БВР от величины удельного расхода взрывчатых веществ;

- определить минимум суммарных затрат по параметрам взрывных работ;

- разработать методику минимизации суммарных затрат при применении современных взрывчатых материалов.

#### Библиографический список

1. Репин Н.Я. Буровзрывные работы на угольных карьерах / Н.Я.Репин, В.П.Богатырев, В.Д.Буткин и др. – М.: Недра, 1987. – 254 с.

2. Кононенко Е.А., Исайченков А.Б. Влияния кусковатости взорванных пород на производительность экскаватора Bucyrus 495HD. // Маркшейдерия и недропользование. – 2014. - № 6 – С.17-19.

УДК 622.275

### **ТЕХНОЛОГИЯ ДОРАБОТКИ УГЛЯ С БОРТА РАЗРЕЗА**

**Садов Д.В., Дубина Е.М.**

**Научный руководитель канд. техн. наук, доцент Чаплыгин В.В.,  
канд. техн. наук, доцент Волошин В.А.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк, e-mail: ganjman69@gmail.com*

В данной статье приведены методы доработки остаточного угля в пластах с бортов разреза. Данная схема позволит уменьшить количество людей в выработках путем дистанционного управления, тем самым увеличит безопасность.

Ключевые слова: комплекс глубокой разработки пластов, горношахтное оборудование, монтаж, самоходное оборудование

Горное дело – это один из основных видов промышленности, которое постоянно развивается. Специалисты всего мира трудятся над совершенствованием технологий в горном деле. На данный момент после отработки разреза остаются пласты, доработка которых открытым способом не целесообразна. Но бросать пласты, особенно ценных марок углей расточительно. Доработка данных пластов позволит значительно увеличить прибыль с минимальными затратами [1].

На открытых горных работах уже применяется Комплекс Глубокой Разработки Пластов (КГРП) – это гибридная система, использующая в основном подземную технологию с открытой поверхностью зоны угольного разреза или специальной разрезной траншеи (рисунок 1).



Рисунок 1 – Комплекс Глубокой Разработки Пластов.

Данная технология имеет ряд преимуществ:

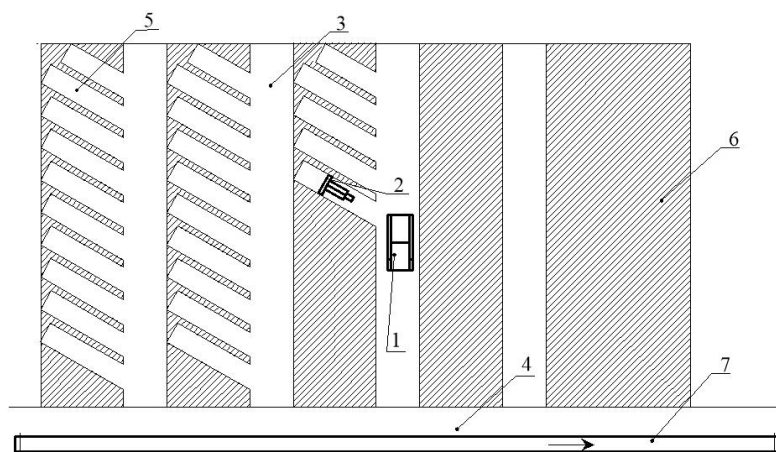
1. Отсутствие людей непосредственно в очистном забое.
2. Высокий уровень извлечения угля (60-75%).
3. Низкий уровень засорений, обеспечивающий высокое качество добываемого угля.

Но также обладает рядом недостатков.

1. Высокие затраты на энергоснабжение.
2. Долгие монтажные работы.
3. Большие размеры комплекса.

Для устранения данных недостатков, авторами была разработана новая технологию доработки остаточных запасов. В условия подземных горных работ, установка добычного комплекса не представляется возможным из-за сложного горно-геологических строений и дизъюнктивных нарушений. Данная технология позволит отработать часть запасов без угрозы жизни человека.

Для добычи угля в предлагаемой технологии используется комбайн непрерывного действия (рисунок 2), за основу которого взят комбайн JOY 12НМ46. Для работы в данных условиях необходимо оснастить его необходимой электроникой для дистанционного управления и буферным хранилищем. Самоходный вагон, грузоподъемностью от 12 тонн, также оснащается необходимой электроникой [2].



1 - самоходный вагон, 2 - проходческий комбайн, 3 - выемочная камера, 4 - конвейерный штрек, 5 - выемочная печь, 6 - угольный пласт, 7 - конвейер.

Рисунок 2 - Схема подземной выемки угля

Для сокращения доступа человека к выработкам авторы предлагают оснастить горно-шахтное оборудование дистанционным управлением с поверхности. Схема персонала представлена на рисунке 3. Передача радиосигнала от ГШО на поверхность будет производиться посредством установки кабелей и ретрансляторов в выработках.

Добыча угля будет производиться без закрепления выработанного пространства. Это позволит сократить время на монтаж крепи. Данная технология опережает КГРП по скорости подготовки к очистным работам в несколько раз [3].

Количество рабочих процессов сводится к минимуму. Блок не оконтуривается, очистные работы происходят одновременно с проходческими. Транспортировка угля происходит при помощи самоходного вагона и конвейерной ленты.

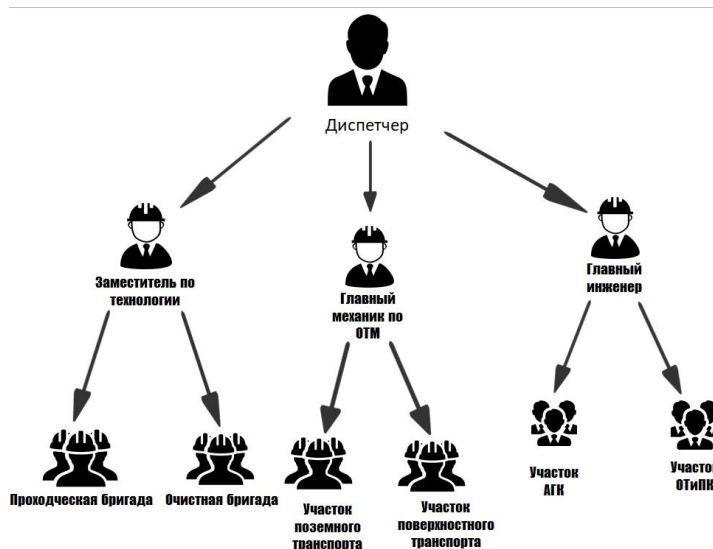


Рисунок 3 – Схема персонала

Данная технология делится на три этапа:

1. *Подготовительный этап.* Сначала сооружается монтажная камера, проводится конвейерный штрек. Устанавливаются ретрансляторы для передачи сигнала от оператора до ГШО. Происходит сборка оборудования.

2. *Очистные работы.* На данном этапе из штрека проводятся выемочные камеры на равном расстоянии по линии падения пласта. Далее происходит поочередная отработка заходов на длину до 20м. Выемочное пространство не крепится и держится на целиках, размер которых рассчитывается согласно условиям залегания.

3. *Транспортировка угля.* Во время работы комбайна, отбитый уголь помещается в буферное хранилище, после чего перегружается в самоходный вагон. Вагон перевозит уголь до конвейерной ленты, затем уголь перемещается до места назначения на поверхность.

Таким образом, данная технология обладает рядом преимуществ:

1. Сведены к минимуму угрозы жизни человека;
2. Высокая маневренность ГШО;
3. Доступность системы;
4. Скорость добычи и монтажа;
5. Универсальность системы в различных условиях;
6. Быстрый доступ к ГШО во время ревизии и ремонта;

Для введения данной технологии в эксплуатацию необходимо разработать нормативную документацию и изготовить технику.

На основе данной технологии разрабатывается макет совместно с ЦКП «Прототипирование и аддитивные технологии» СибГИУ.

#### Библиографический список

1. Состояние и направления развития безопасной технологии подземной угледобычи: [монография] / В. Н. Фрянов, Л. Д. Павлова; М-во образования и науки Российской Федерации, Федеральное агентство по образованию, Сибирский гос. индустриальный ун-т. - Новосибирск: Изд-во Сибирского отд-ния Российской акад. наук, 2009. - 234.

2. Обоснование геомеханических параметров роботизированной выемки угольных пластов на больших глубинах по результатам численного моделирования / Л. Д. Павлова, В. Н. Фрянов // Горный журнал. – 2018. – № 2. - С. 48-52.

3. Теоретические подходы к проектированию роботизированных угольных шахт на основе современных технологий / В. Н. Фрянов, Л. Д. Павлова, М. В. Темлянцев // Научно-технические ведомости СПбГПУ. – 2017. – № 3. – С. 15–21.

## **АНАЛИЗ КАЧЕСТВА ВЗОРВАННЫХ ГОРНЫХ ПОРОД НА ОСНОВЕ ИНТЕГРАЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЭНЕРГИИ**

**Сермин Д.С., Матвеев А.В., Лобанова О.О.**

**Научный руководитель канд. техн. наук, доцент Чаплыгин В.В.**

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

При разработке рекомендаций и экономической эффективности производства взрывных работ на карьерах важным фактором является знание того, как изменяется производительность экскаваторов под влиянием кусковатости взорванных пород, следовательно, актуальной задачей для исследований является анализ гранулометрического состава горных пород.

Ключевые слова: гранулометрический состав пород, прочностные свойства массива, кривая распределения.

Гранулометрический состав – это содержание в породе частиц различной фракции, выраженное в процентах к массе образца.

Неоднородность прочностных свойств горных пород наряду с многообразием технологических деталей остаются главным фактором, осложняющим проектирование взрывных работ и достижение равномерного дробления горной массы. Данные геологической разведки в общем случае не могут дать исчерпывающую информацию о горном массиве, поэтому проектировщики взрывных работ при отработке сложно-структурированных блоков, как правило, ориентируется на максимально возможную крепость породы во взрываемом блоке с целью уменьшения процента выхода негабаритов и качественной проработки подошвы.

Один из эффективных способов получения сведений о прочностных свойствах массива — это сбор данных со взрывных блоков путем проведения фотографий и дальнейшая фотопланометрическая их обработка. Данный подход привлекателен тем, что не нарушает существующего на карьере режима работ и не требует затрат на проведение дополнительных геофизических изысканий по детализации свойств горных пород взрываемого блока.

На рисунке 1 представлена фотография развала горной массы после производства взрывных работ. Соответственно на рисунке 2 уже обработанный снимок, необходимый для последующего анализа.

На основе приведённой фотографии строится столбчатая диаграмма, или гистограмма, которая представляет собой систему смежных прямоугольников, построенных на оси абсцисс. Основания прямоугольников пропорциональны размерам фракций, а их высоты - объемам последних. Кривые распределения получаются в результате преобразования столбчатых диаграмм при увеличении числа фракций и сужения размера каждой из них (рисунок 3).



Рисунок 1 - Фотография взорванных горных пород

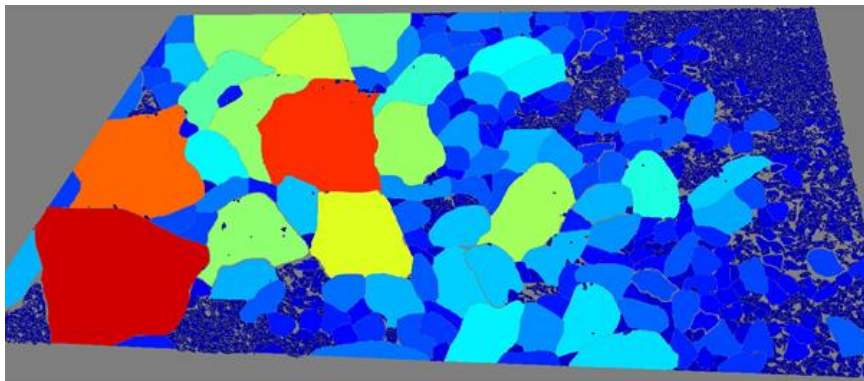


Рисунок 2 - Фотопланометрическая обработка

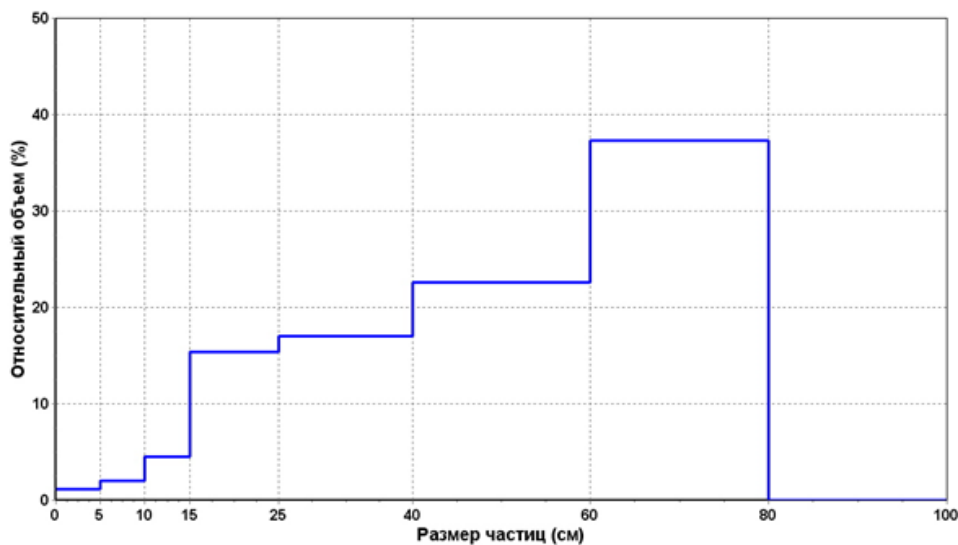


Рисунок 3 - Относительное распределение (гистограмма)

На основании построенного графика относительного распределения объема и размеров кусков пород, полученных в результате взрыва, строится кумулятивная кривая, которая отражает объем какой-либо фракции, суммированный с частицами больше или меньше данного размера. И как результат вышеизложенных мероприятий, для определения качества дробления блока строится кривая распределение энергии. (рисунок 4) [1].



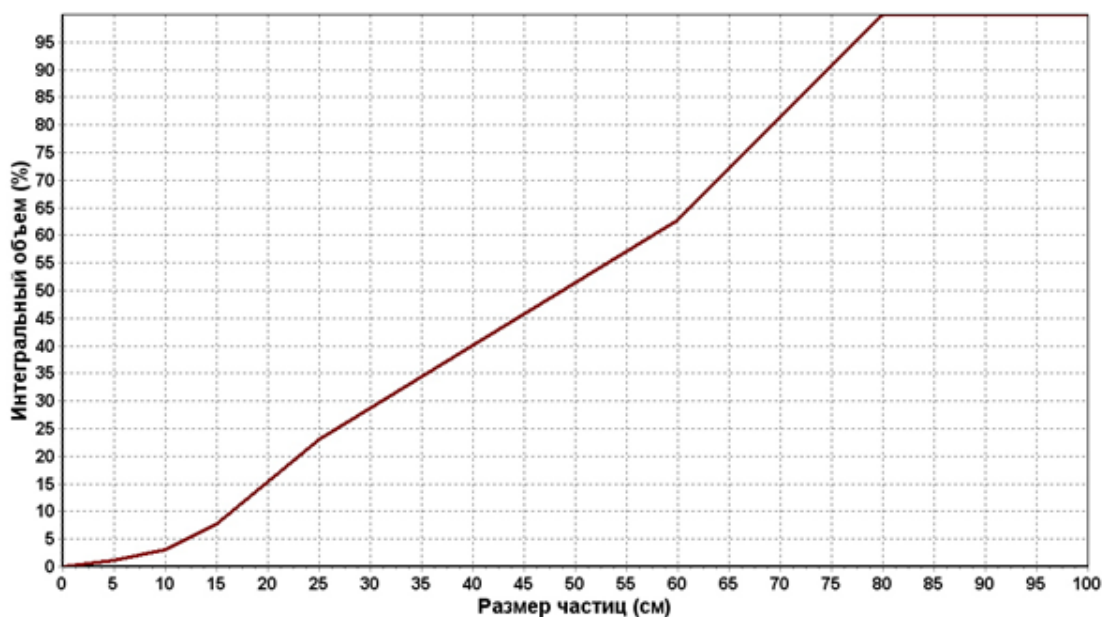


Рисунок 4 - Интегральное распределение (кумулятивная кривая)

Определив по картине распределения энергии области плохой проработки породы, принимаются меры по насыщению в дальнейшем таких областей дополнительной энергией за счет добавочных скважин или использования более мощных ВВ при производстве работ на данном участке предприятия при дальнейшем подвигании фронта горных работ.

#### Библиографический список

1. Ташкинов А.С., Сысоев А.А., Ташкинов И.А. Сравнительная оценка производительности карьерных экскаваторов при разработке взорванных пород.- Кемерово, вестник КузГТУ №4, 2009. С. 17- 20.

УДК 622.235

### **ПРОВЕДЕНИЕ РАЙОНИРОВАНИЯ ТЕРРИТОРИИ ВОКРУГ ГОРНОГО ОТВОДА ООО «РАЗРЕЗ КИЙЗАССКИЙ» ПО УРОВНЮ СЕЙСМИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ ОТ МАССОВЫХ ВЗРЫВОВ**

**Агеев Дан.А., Солгирев С.В., Агеев Дми.А., Фурасов А.Н.**

**Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Волошин В.А.,  
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 ООО «Разрез Кийзасский».

Проведена регистрация сейсмических колебаний земной поверхности



от массовых взрывов, проводимых на ООО «Разрез Кийзасский» в пунктах наблюдений в социально значимых объектах и определение скорости сейсмических колебаний на различных расстояниях и величины заряда взрывчатого вещества во взрыве. Проведено районирование территории вокруг горного отвода по максимальной скорости сейсмических колебаний от массовых взрывов.

Ключевые слова: горнодобывающее предприятие, массовые взрывы, скважинные заряды, сейсмические колебания, регистрация сейсмических колебаний, сейсмоприемники, допустимые скорости колебаний.

Лицензионный участок Урегольский ООО «Разрез Кийзасский» находится в Мрасском геолого-экономическом районе Кузнецкого угольного бассейна в пределах Урегольского месторождения каменного угля и занимает часть геологического участка «Поле разреза Урегольский».

Лицензионный участок Урегольский ООО «Разрез Кийзасский» расположен на территории Мысковского городского округа Кемеровской области. Населенные пункты на территории участка отсутствуют. Города Новокузнецк, Междуреченск, Мыски, Осинники находятся соответственно в 25 км к северо-западу, в 20 км к северо-востоку, в 14 км к северу и в 15 км к северо-западу от участка; поселки Казас и Чувашка – в 5-7 км к юго-востоку. В 18 км к северу от участка проходит железнодорожная магистраль Абакан-Новокузнецк, в 8-10 км к северо-востоку – технологическая железная дорога и асфальтированная автомобильная дорога, соединяющие промышленную площадку разреза «Сибиргинский» с городом Мыски, который, в свою очередь, соединен с городами Кузбасса железной и шоссейной дорогами.

На северо-востоке участок имеет общие границы с участком Урегольский Новый ОАО «Южный Кузбасс», на юго-западе – с участком недр Чузасский.

В непосредственной близости от участка Урегольский находятся горные отводы и промышленные площадки действующих горнодобывающих предприятий ОАО «Южный Кузбасс» (лицензия КЕМ 13639 ТЭ; участки Урегольские 1-2, Курейнские 1-4; Сибиргинский), ЗАО «УК Казанковская» (лицензия КЕМ 01376 ТЭ, участок Курейнский), ОАО «Междуречье» (лицензия КЕМ 00486 ТЭ, участки Сибиргинский-7 и Катылинский Сибиргинского месторождения; лицензия КЕМ 00487 ТЭ, участок Основное поле Томского месторождения).

Регистрация сейсмических колебаний земной поверхности от массовых взрывов, проводимых на ООО «Разрез Кийзасский» осуществлялась в четырех пунктах. Первый пункт наблюдений располагался в г. Мыски административно-бытового комбината (АБК) разреза «Кийзасский» на расстоянии от массового взрыва 16564 м. Второй пункт наблюдений располагался на дамбе вблизи от пос. Чувашка на расстоянии от массового взрыва 8789 м. Третий пункт наблюдений располагался в Доме культуры пос. Чувашка на

расстояниях от массового взрыва 9057, 8254, 11419 и 10017 м. Четвертый пункт наблюдений располагался на контрольно-пропускном пункте пансионата «Таежный» на минимальных расстояниях от массового взрыва – 5650, 5175, 7677 и 6455 м. Минимальное расстояние от пунктов наблюдений составляло 5175 м, максимальное – 16564 м.

Величина заряда взрывчатого вещества в массовом взрыве составляла: 92553, 162254, 74995, 92553 и 340423 кг. Максимальная масса составила 340423 кг, минимальная – 74995 кг.

Максимальные величины вертикальных и горизонтальных скоростей сейсмических колебаний при проведении массовых взрывов на ООО «Разрез Кийзасский» приведены на рисунке 2.

Максимальные скорости сейсмических колебаний во всех измерениях находятся в диапазоне от 0,0012 до 0,0320 см/с, что существенно меньше допустимых значений. Указанные скорости сейсмических колебаний не ощущаются человеком и могут быть зарегистрированы только приборами.

Максимальная скорость сейсмических колебаний 0,0320 см/с была зарегистрирована у Дома культуры в пос. Чувашка в горизонтальном направлении на расстоянии 11419 м при проведении массового взрыва 02.05.2017 г. на ООО «Разрез Кийзасский» с общей массой ВВ 74995 кг, что в 31 раз меньше предельно допустимой.

Зоны равных максимальных скоростей сейсмических колебаний приведены на рисунке 1 и 2.

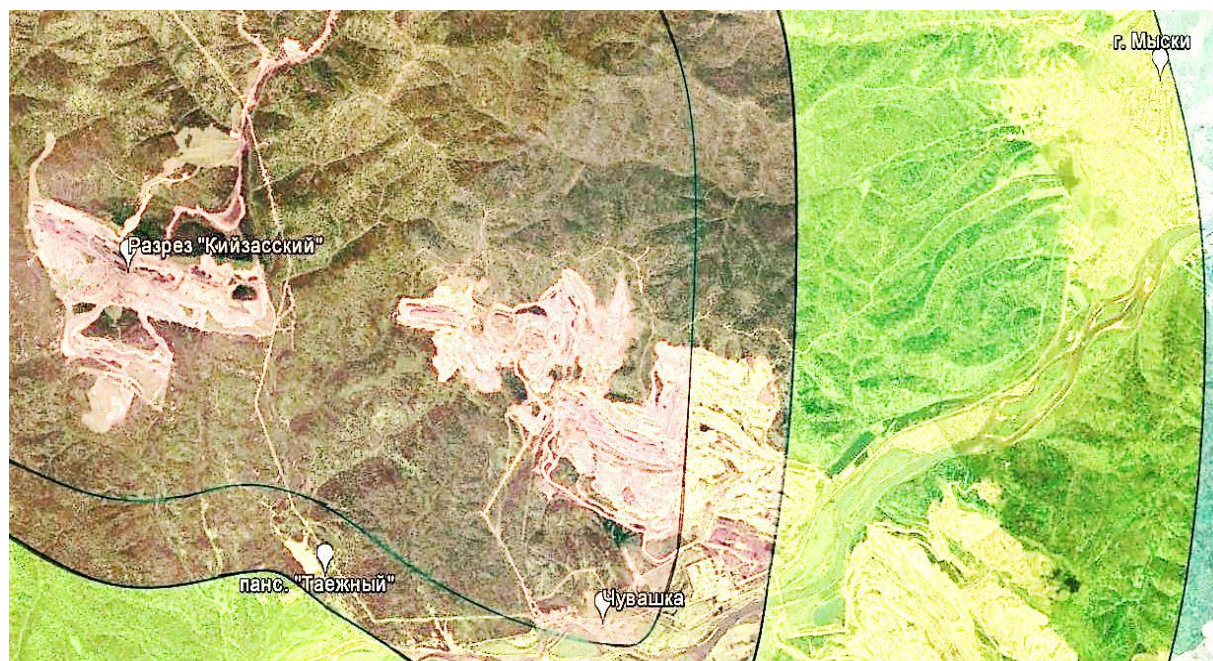
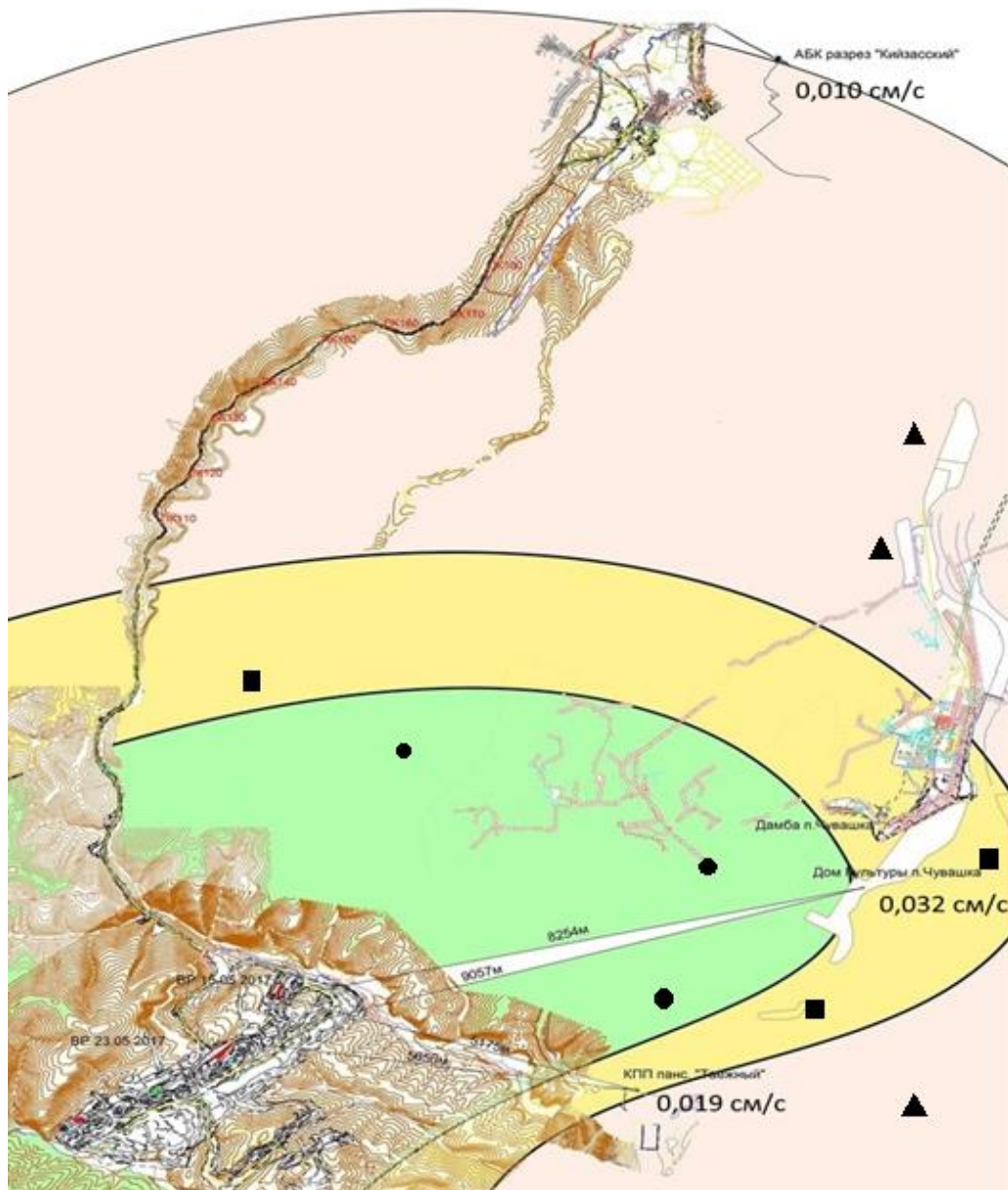


Рисунок 1 – Районирование территории вокруг горного отвода ООО «Разрез Кийзасский» по уровню сейсмических колебаний от массовых взрывов



● – зона с максимальной скоростью сейсмических колебаний 0,03 см/с; ■ – зона с максимальной скоростью сейсмических колебаний 0,02 см/с; ▲ – зона с максимальной скоростью сейсмических колебаний 0,01 см/с;

Рисунок 2 – Районирование территории вокруг горного отвода ООО «Разрез Кийзасский» по уровню сейсмических колебаний от массовых взрывов

*Вывод.* Регистрация сейсмических колебаний земной поверхности от массовых взрывов, проводимых на ООО «Разрез Кийзасский» осуществлялась в четырех пунктах наблюдений в социально значимых объектах: Дом культуры пос. Чувашка, пансионат «Таежный», г. Мыски.

Проведено десять регистраций сейсмических колебаний земной поверх-

ности от пяти массовых взрывов, проводимых на ООО «Разрез Кийзасский».

Расстояния от массовых взрывов до пунктов наблюдения составляло от 5175 м до 16564 м.

Величина заряда взрывчатого вещества в массовом взрыве составляла: 92553, 162254, 74995, 92553 и 340423 кг. Максимальная масса составила 340423 кг, минимальная – 74995 кг.

В измерениях по трем направлениям максимальные величины скорости сейсмических колебаний земной поверхности не превышают допустимые значения.

Максимальные скорости сейсмических колебаний во всех измерениях находятся в диапазоне от 0,0012 до 0,0320 см/с, что существенно меньше допустимых значений. Указанные скорости сейсмических колебаний не ощущаются человеком и могут быть зарегистрированы только приборами.

Максимальная скорость сейсмических колебаний 0,0320 см/с была зарегистрирована у Дома культуры в пос. Чувашка в горизонтальном направлении на расстоянии 11419 м при проведении массового взрыва 02.05.2017 г. на ООО «Разрез Кийзасский» с общей массой ВВ 74995 кг, что в 31 раз меньше предельно допустимой.

Проведено районирование территории вокруг горного отвода ООО «Разрез Кийзасский» по максимальной скорости сейсмических колебаний от массовых взрывов. Зона с максимальной скоростью сейсмических колебаний 0,03 см/с располагается на расстоянии 8 км в направлении пос. Чувашка. Зона с максимальной скоростью сейсмических колебаний 0,02 см/с располагается на расстоянии 5 км в направлении пансионата «Таежный». Зона с максимальной скоростью сейсмических колебаний 0,01 см/с располагается на расстоянии 16 км в направлении г. Мыски.

#### Библиографический список

1. А.А. Еременко. Сейсмическое действие технологических взрывов на удароопасных месторождениях / А.А. Еременко, В.Н. Филиппов, В.И. Куликов, И.В. Машуков и др. // Кемерово: Вестник Российской академии естественных наук, Западно-Сибирское отделение. – 2005 г. – Вып 7. – С. 148-158.
2. Регистрация сейсмических колебаний от подземных массовых взрывов/ Машуков И.В. // Горный информационно-аналитический бюллетень. Москва, МГГУ, М., 2014 – № 4 – С. 216 – 221.
3. Мониторинг сейсмического воздействия на охраняемые объекты при производстве массовых взрывов, проводимых на разрезах Кузбасса / В.П. Доманов, И.В. Машуков // Вестник научного центра по безопасности в угольной промышленности / ВостНИИ. – Кемерово, 2013. – №1-1. – С. 60-64.



**АНАЛИЗ ВЗРЫВНЫХ РАБОТ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЗАМЕДЛЕНИЙ  
42 и 176 МС, МЕЖДУ УЧАСТКОВЫМИ ЛИНИЯМИ  
НА АО «РАЗРЕЗ «СТЕПАНОВСКИЙ»**

**Климкин М.А. Агеев Д.А. Солгирев С.В. Фурасов А.Н.  
Научные руководители: канд. техн. наук, доцент Чаплыгин В.В.,  
канд. техн. наук, доцент Волошин В.А.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк*

Добыча угля на разрезе АО «Разрез Степановский» ведется при помощи буровзрывного рыхления вмещающих пород с применением массовых взрывов. Взрывные работы на предприятии проводятся два – три раза в неделю. Горные работы ведутся на расстоянии более 1000 м до поселка Гавриловка.

Ключевые слова: массовые взрывы, сейсмические колебания, сейсмоприемники, зависимость, сравнение, замедление.

В рамках мероприятий по уменьшению воздействия на охраняемые объекты от массовых взрывов, проводимых на территории горного отвода АО «Разрез «Степановский» в период с июля по ноябрь 2019 года, по инициативе технической службы АО «Разрез «Степановский», совместно со специалистами научных исследований СибГИУ, были проведены экспериментальные взрывы трех пар смежных блоков на разных участках и в разных горногеологических условиях, с замедлением между участковыми линиями 42 и 176 мс, с целью определить оптимальное использование замедлений для уменьшения негативного влияния взрывных работ, без потери качества проработки массива.

Расстояние от места взрыва до пункта регистрации находилось в диапазоне от 1451 до 1918 м, масса заряда изменялась от 30343 до 45642 кг. План-схемы блоков представлены на рисунке 9-11. Параметры данных блоков с данными фактической отработки представлены в таблице 1.

По данным таблицы 1 мы видим, что при использовании замедления 176 мс, со взорванного блока было вывезено на 2688 м<sup>3</sup> взорванной горной массы меньше проектных показателей, что свидетельствует о плохой проработке массива. При аналогичных горногеологических условиях на смежном блоке при замедлении 42 мс в магистральной линии было вывезено на 3804 м<sup>3</sup> взорванной горной массы больше от проектных значений, что делает нецелесообразным применение замедления 176 мс на данном участке.

На западном и восточном борту Северного участка фактический объем вывезенной взорванной горной массы с блоков, на которых устанавливалось замедление 176 и 42 мс соответствует проектным данным и идентичен, в следствии чего использование замедления 176 мс при схожих горногеологических условиях является целесообразным.

Таблица 1 - Параметры и фактическая отработка смежных блоков

Дата взры- ва	№ бло- ка	Профильные линии	Объем блока, м <sup>3</sup>	Масса ВВ, кг	Расстояние, м	Замедление, мс	Фактический объем выве- зенной ВГМ, м3	Отклонение от проекта, м3
Участок Центральный								
04.07.2019	839	-2-+2	49 764	30343	1817	42	57568	-3804
01.08.2019	845	-2-+3	51 300	45322	1811	176	48612	2688
Участок Северный восточный борт								
05.07.2019	840	252-259	100 155	45642	1468	42	86620	-535
01.08.2019	846	252-260	95 469	42270	1451	176	89348	127
Участок Северный западный борт								
13.11.2019	856	242-253	89 430	41336	1918	42	56782	288
30.07.2019	844	232-253	86 856	42466	1839	176	84752	104

В таблице 2 представлены результаты замеров с указанием места производства взрывных работ, расстояния, замедлением между участковыми линиями и максимальной скоростью колебаний грунта.

Таблица 2 – результаты измерения сейсмических колебаний земной поверхности

Место взрыва	Расстояние до пункта регистрации, м	Дата	Скорости колебаний, см/с			Замедление, мс
			x	y	z	
Участок Северный западный борт	1839	30.07.19	0,013	0,018	0,022	176
	1918	13.11.19	0,024	0,023	0,026	42
Участок Центральный	1811	01.08.19	0,018	0,018	0,023	176
	1817	04.07.19	0,012	0,017	0,030	42
Участок Северный восточный борт	1451	01.08.19	0,037	0,024	0,021	176
	1468	05.07.19	0,057	0,062	0,038	42

На основе полученных данных был построен график скоростей колебаний земной поверхности в зависимости от замедления участковых линий (рисунок 1).

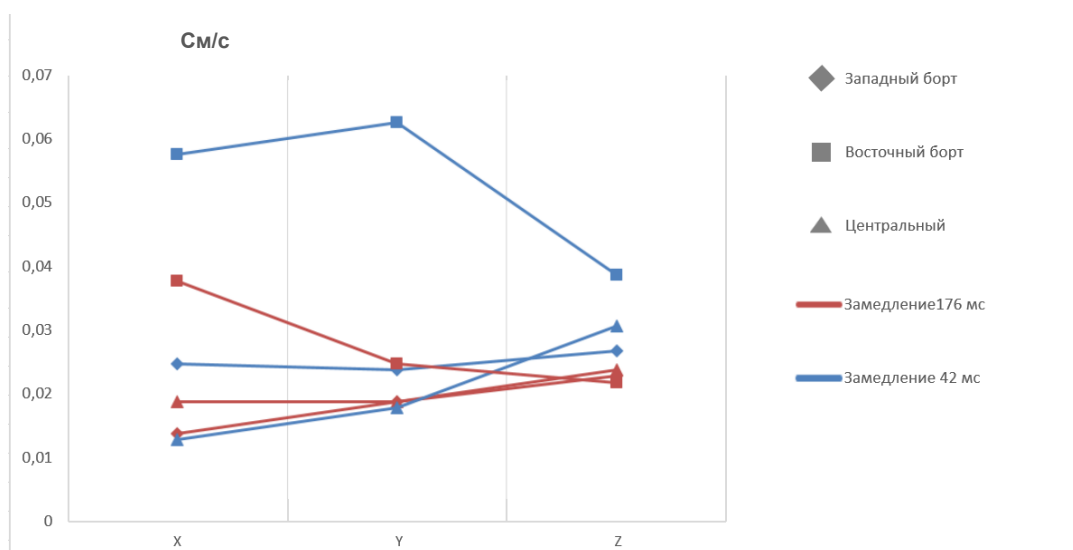


Рисунок 1– График зависимости колебаний земной поверхности от замедления участковых линий

На графике мы видим, что сейсмическое воздействие при использовании замедления 176 мс в магистральной линии на 31% меньше, чем при использовании замедления 42 мс, что свидетельствует об эффективности ис-

пользования данного замедления, в целях уменьшения влияния массовых взрывов на ближайшие охраняемые объекты. При том, что данное замедление будет использоваться в определенных горногеологических условиях (крепость горных пород до 7 по М.М. Протодяконову, высокая трещиноватость массива, наличие свободной поверхности), при которых сохраняются качественные показатели взрыва. В противном случае, экономически эффективнее применять замедление менее 176 мс.

Так же стоит понимать, что увеличение замедления увеличивает продолжительность взрыва, и соответственно периода сейсмических колебаний земной поверхности, оказывающих негативное влияние на здание и подвергая его так называемому эффекту «Резонанса», когда колебания от массового взрыва накладываются на собственные колебания сооружения, повышая при этом риск преждевременного износа несущих конструкций. Сейсмограммы массового взрыва с применением замедлений 42 и 176 мс представлены на рисунках 2 и 3.



Рисунок 2 – Сейсмограмма массового взрыва с замедлением 42 мс в магистральной сети

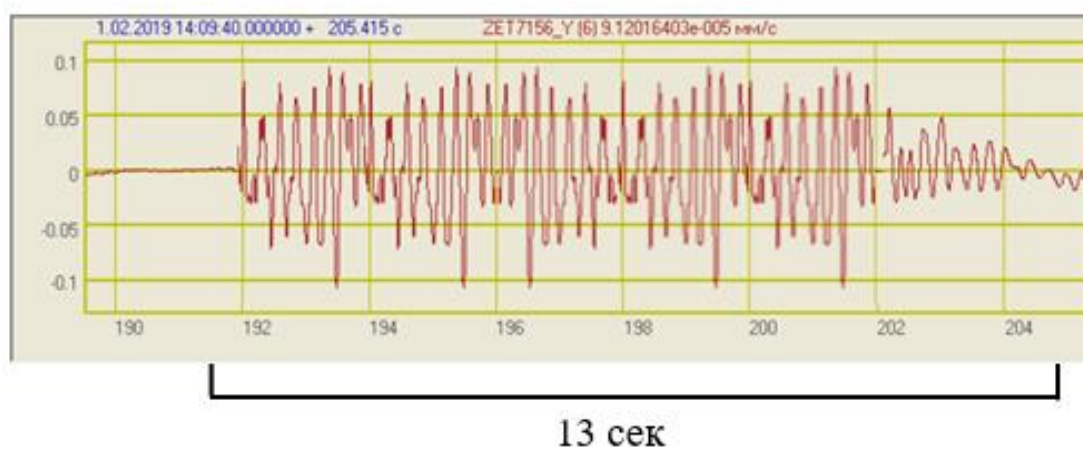


Рисунок 3 – Сейсмограмма массового взрыва с замедлением 176 мс в магистральной сети



*Вывод.* В результате работы получены основные зависимости сейсмических колебаний от различных параметров и условий в условиях участка АО «Разрез «Степановский».

Уменьшение интервала замедлений при монтаже взрывной сети способствует смещению частотного спектра колебаний в зону более высоких частот; увеличение интервалов замедления уменьшает предельные сейсмические нагрузки на здание, но гораздо продолжительней воздействует на сооружение, увеличивая количество наложений волн на собственную частоту колебания здания, вызывая эффект «Резонанса». Помимо этого, при использовании замедления 176 мс на Центральном участке, со взорванного блока было вывезено взорванной горной массы меньше проектных показателей, что свидетельствует о плохой проработке массива. При аналогичных горногеологических условиях на смежном блоке с замедлением 42 мс в магистральной линии, где количество вывезенной горной массы превышало проектные значения, что делает нецелесообразным применение замедления 176 мс на данном участке.

На западном и восточном борту Северного участка фактический объем вывезенной взорванной горной массы с блоков, на которых устанавливалось замедление 176 и 42 мс соответствует проектным данным и идентичен, в следствии чего использование замедления 176 мс при схожих горногеологических условиях (крепость горных пород до 7 по М.М. Протодяконову, высокая трещиноватость массива, наличие свободной поверхности) при которых сохраняются качественные показатели взрыва является целесообразным. В противном случае экономически эффективнее применять замедление менее 176 мс.

Полученные результаты исследований направлены на практическое применение при проведении взрывных работ на АО «Разрез «Степановский».

#### Библиографический список

1. Климкин М.А. Регистрация сейсмических колебаний в пос. Гавриловка от массовых взрывов Разреза Степановский / М.А. Климкин, А.А.Сёмин, Апенкин В.Е., Агеев Д.А.; науч. рук. И. В. Машуков // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения: труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и ученых, 13-15 июня 2018 г. – Новокузнецк: Изд. центр СибГИУ, 2018. – Вып. 22. – Ч. 2: Естественные и тех. науки. – С. 102-106.

2. Типовой проект буровзрывных (взрывных) работ АО «Разрез «Степановский».

## **ФОРМИРОВАНИЕ ИНТЕРАКТИВНОЙ ИНФОРМАЦИОННО-СПРАВОЧНОЙ СИСТЕМЫ ПРИНЯТИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПРИ КОНТРОЛЕ РАБОТЫ ВОДООТЛИВА ШАХТЫ**

**Белкина О.Е., Герлинская С.Д., Донских Д.В., Пак С.О., Папян Н.О.  
Научный руководитель канд. техн. наук, доцент Коряга М.Г.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк, e-mail: milotrobro@gmail.com, olga.belkina.98@bk.ru,  
nelli.paryan.98@mail.ru, wasqe22@yandex.ru*

На сегодняшний день актуальной проблемой является формирование компьютерных систем непрерывного контроля и управления систем водоотлива шахты.

Ключевые слова: водоотливная установка, автоматическое управление.

Водоотливные установки – это сложный комплекс горных выработок и электромеханического оборудования, которое состоит из насосов, двигателей, всасывающих и нагнетательных трубопроводов, пусковой аппаратуры автоматического управления для удаления воды и выдачи ее на поверхность [1].

В настоящее время контролируются следующие процессы:

- откачка воды из шахты на поверхность;
- промежуточный уровень воды в водосборнике;
- потребление электроэнергии;
- очистка водосборных емкостей;
- контроль водопритока и перекачиваемой воды;
- КПД водоотливной установки.

Главные шахтные насосные установки расположены в специальной насосной камере, вблизи околоствольного двора на свежей струе воздуха [2]. Главные водоотливные установки и установки капитальных уклонов с притоком воды более 50 м<sup>3</sup>/ч должны иметь не менее трех насосных агрегатов. Производительность каждого агрегата должна обеспечить откачку нормального суточного притока воды не более чем за 20 ч [3].

Контроль и управление осуществляются как на постах местного управления, так и на поверхности в диспетчерской шахты.

Для формирования интерактивной информационно-справочной системы, аппаратура автоматизации водоотлива шахты должна обеспечивать непрерывную передачу данных на пульт оператора и возможность управления следующими процессами [4]:

- автоматическое управление насосами по уровню воды в водосборнике;
- автоматическую заливку и контроль заливки насосов;
- автоматическое включение параллельно работающему насосу резервного при достижении аварийного уровня воды в водосборнике;

- автоматическое включение резервного насоса при отключении работающего из-за неисправности;
- управление насосной установкой с учетом «пиковых» нагрузок в системе электроснабжения предприятия;
- учет времени работы насосов;

Интерактивная информационно-справочная система обеспечивает в реальном времени передачу данных о состоянии различных видов защит, их срабатывании. Основные, из которых от кавитации, от перегрева подшипников, гидравлическую защиту по расходу воды и пр.

Так же возможна передача данных на пульт диспетчера шахты о работе буровых установок осуществляющих бурение скважин водопонижения с поверхности [5].

Предлагаемая система должна быть максимально адаптирована под специфику работы горнодобывающих предприятий. Её применение позволит качественно улучшить уровень информативности о состоянии работы водоотлива шахты. Даст возможность оперативно принимать технологические решения при изменении отдельных показателей её функционирования.

Что, в свою очередь, увеличит скорость реагирования как диспетчера, находящегося на центральном пульте, так и ремонтно-аварийных бригад, выезжающих на устранение неполадок.

*Вывод.* Увеличение глубины интеграции интерактивной информационно-справочной системы принятия технологических решений при контроле работы водоотлива шахты позволит максимально автоматизировать процессы водоотлива в условиях горнодобывающих предприятий.

#### Библиографический список

1. Долганов А.В. Стационарные машины: учебник. Москва: Издательский дом Академии Естествознания, 2017. – 281 с.
2. Правила безопасности в угольных шахтах (ПБ 05-618-03). Серия 05. Выпуск 11 / Колл. авт. — Москва: Федеральное государственное унитарное предприятие «Научно-технический центр по безопасности в промышленности Госгортехнадзора России», 2004. — 296 с.
3. Тимухин С.А. Проектирование шахтных и карьерных вентиляторных установок главного и местного проветривания: учеб. пособие. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2008. – 44 с.
4. Батицкий В.А. Автоматизация производственных процессов и АСУ ТП в горной промышленности: учебник / [Батицкий В.А., Куроедов В.И., Рыжков А.А.] – Москва: Недра, 1991.– 303 с.
5. Коряга М.Г. К вопросу об интенсификации использования современной буровой техники в горном деле (научная статья) / М.Г. Коряга - Научные технологии и использование минеральных ресурсов. Материалы международной научно-практической конференции : сборник научных статей // СибГИУ. – Новокузнецк, 2005. – С. 63-66.

## **ФОРМИРОВАНИЕ ИНТЕРАКТИВНОЙ ИНФОРМАЦИОННО-СПРАВОЧНОЙ СИСТЕМЫ ПРИНЯТИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПРИ КОНТРОЛЕ РАБОТЫ КОНВЕЙЕРНОГО ТРАНСПОРТА ШАХТЫ**

**Файзиев Б.С.**

**Научный руководитель: канд. тех. наук, доцент Коряга М.Г.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк, e-mail: neustat51@gmail.com*

На шахтах современного технического уровня управление процессами транспортировки полезного ископаемого выполняют многоуровневые системы контроля.

Ключевые слова: конвейер, контроль, АСУ.

Автоматизирован контроль следующих параметров [1]: контроль схода ленты с барабана, нагрузка на ленточный конвейер (ЛК), датчик давления воды в устройство автоматической подачи, натяжение ленты, нагрузка на привод ЛК, натяжение стыков, нагрузка на привод ЛК и скорость ЛК. Данные выводятся у диспетчера и на мониторе пультовой установки вдоль ленты.

Наиболее сложны схемы управления конвейерами поточно-транспортных систем. При совместно работающих конвейерах должна предусматриваться блокировка, обеспечивающая пуск и остановку двигателей без возникновения завала транспортируемого груза.

Запускают двигатели конвейеров в последовательности, обратной направлению движения груза, а остановку линии начинают отключением двигателя конвейера, с которого груз поступает на следующие конвейеры.

Полная остановка линии может произойти и при одновременном отключении двигателей. По команде на остановку прекращается поступление груза на головной конвейер и по истечении времени, необходимого для прохождения грузом всей трассы линии, все двигатели автоматически отключаются. При остановке какого-либо конвейера двигатели всех конвейеров, подающих груз на остановившийся конвейер, должны остановиться, а следующие за ним конвейеры могут продолжать работать.

При конвейерах большой длины с многодвигательным электроприводом ставится задача автоматического регулирования отдельных двигателей с целью перераспределения нагрузки между ними и обеспечения равномерности натяжения ленты по ее длине. Это относится как к работе с установившейся скоростью движения ленты, так и к процессу пуска конвейера [2, 3].

Периодические осмотры конвейеров инженерно-техническими работниками проводят каждую смену. Предлагается все неисправности вносить в электронную таблицу через электронный планшет для передачи на пульт

диспетчера и дальнейшего принятия решений.

Уровень автоматизации конвейерных установок определяется степенью автоматизации функций управления, применяемыми техническими средствами и типом структуры системы управления.

Автоматизированные системы управления (АСУ) конвейерных установок выполняет следующие функции: автоматизацию пуска и останова групп электродвигателей с центрального щита управления, контроль вступления в работу каждой машины, контроль состояния механизмов всех машин группы. Выполнение отдельных вспомогательных операций при непрерывном движении грузов, автоматизацию операций загрузки, разгрузки и распределения грузов по заданным пунктам-адресам с помощью систем автоматического переадресования грузов, контроль заполнения бункеров и выдачи грузов в зависимости от их заполнения.

Важен контроль запуска конвейера в комплексе с погрузочными устройствами [4]. Синхронность их работы с целью экономии электроэнергии шахты в целом.

По типу структур АСУ конвейерные установки делятся на системы централизованного и децентрализованного управления, а также системы со смешанной структурой, причем все три типа структур могут быть одноуровневыми и многоуровневыми.

Видео изображение с камер в местах пересыпа может просматривать диспетчер. Для сложных АСУ конвейерными установками целесообразно рекомендовать к применению децентрализованную многоуровневую АСУ на пульте ЛК, где через монитор можно посмотреть технические неисправности. Это значительно уменьшает вероятность возникновения серьезных последствий: выхода из строя оборудования, отключения конвейера и т.д.

В структуру АСУ конвейерными установками входит ряд практически автономных подсистем. Обычно выделяют четыре таких подсистемы: технологического контроля и представления информации, автоматизированного управления, регулирования, технологических защит и блокировок.

Предлагается объединить все информационные потоки с этих систем на одном диспетчерском пульте управления и контроля.

#### Библиографический список

1. Требования к автоматизации шахтных конвейеров и конвейерных линий. – Москва: Недра, 1981. – 25с.

2. Глянь Д. В. Выбор автоматического регулятора скорости ленты конвейера и обоснование его параметров при переводе работы электропривода в энергосберегающий режим / Д.В. Глянь, А.С. Оголобченко. - Сборник научных статей межрегиональной молодежной научной конференции СЕВЕРГЕОЭКОТЕХ-2010. – Ухта: УГТИ, 2010. – С. 58–62.

3. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности угольных шахтах «Правила безопасности в угольных шахтах» (ПБ 05-

618-03). Серия 05. Выпуск 11 / Кол. авт. - Москва: ФГУП «НТЦ «Промышленная безопасность», 2013. – 200 с.

4. Коряга М.Г. Использование бункера-перегрузателя в составе проходческого комплекса / М.Г. Коряга. - Научные технологии и использование минеральных ресурсов : науч. журнал / СибГИУ. – Новокузнецк, 2017. - №3 – С. 251 – 253

### III МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ, ТЕХНОЛОГИИ, МАТЕРИАЛЫ И ОБОРУДОВАНИЕ

УДК 669.218

#### ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ МЕТАЛЛУРГИИ АЛЮМИНИЯ (К 200-ЛЕТИЮ ПОЛУЧЕНИЯ, ИССЛЕДОВАНИЯ СВОЙСТВ, ПОИСКА ТЕХНОЛОГИЙ)

Черновская Г.Г.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Научный руководитель: д-р техн. наук, профессор Галевский Г.В.<sup>2</sup>

*Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,  
г. Санкт-Петербург*

<sup>2</sup>*Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк,  
e-mail: kafcmet@sibsiu.ru*

Проведено исследование, анализ и изучение вклада Г. Дэви, Х.-К. Эрстеда, Ф. Вёлера, А.Э. Сен-Клер Девиля, П.-Л. Т. Эру, Ч.М. Холла в получение и исследование свойств, технологическое обоснование и промышленное освоение производства алюминия.

Ключевые слова: алюминий, получение, физико-химические свойства, технологические варианты, промышленное производство.

Алюминий – химический элемент III группы Периодической системы элементов Д.И. Менделеева. Вследствие высокой химической активности алюминий в природе находится только в связанном виде. По содержанию в земной коре он (в форме его соединений) занимает первое место среди металлов – 8,13 % и третье место после кислорода и кремния. По данным академика А.Е. Ферсмана, насчитывается более 250 минералов алюминия, которые преимущественно сосредоточены вблизи поверхности земли. Более 40 % из них относится к алюмосиликатам.

Алюминий является важнейшим металлом, объем его производства намного опережает выпуск всех остальных цветных металлов и уступает только производству стали. Высокие темпы прироста производства алюминия обусловлены его уникальными физико-химическими свойствами, благодаря которым он нашел широкое применение в электротехнике, авиа- и автостроении, транспорте, производстве бытовой техники, строительстве, упаковке пищевых продуктов и пр.

В период 2009 – 2019 годы мировой рынок алюминия вырос на 30 % [1, 2]. Мировое производство алюминия в 2019 г. составило 67,7 млн. т, а в 2020 составит 70,0 млн. т. Также непрерывно растет среднедушевое потребление алюминия: 5,5 кг в 2010 г., 8,8 кг в 2019 г. Самый высокий уровень потребления алюминия отмечается в странах с развитым автомобилестроением.

ем. В Германии и Южной Корее он составляет 26 кг. Далее идут США, Швеция, Япония, ОАЭ, Китай со среднечеловеческим потреблением 15 – 16 кг. По итогам 2019 г. сложилась следующая отраслевая структура мирового потребления алюминия, %: транспорт – 26,5, строительство – 25,3, электротехника и электроника – 14,2, машиностроение – 9,0, фольга – 8,0, упаковка – 7,7, потребительские товары – 4,5, прочая продукция – 4,9.

В ближайшем 10-летию «алюминиевое» сообщество будет отмечать знаменательную дату – 200-летие со дня получения алюминия, начала исследования его свойств, поиска и опробования технологических вариантов его промышленного производства и применения. Целью настоящей работы является анализ и изучение вклада Г. Дэви, Х.-К. Эрстеда, Ф. Вёлера, А.Э. Сен-Клер Девиля, П.-Л. Т. Эрру, Ч.М. Холла в получение и исследование свойств, технологическое обоснование и промышленное освоение производства алюминия. Авторам представляется, что приведенные в ранее опубликованных работах, в частности [3 – 5], сведения не всегда системны, иногда противоречивы и излагаются с учетом национальных приоритетов.

Анализ исторических материалов, описывающих зарождение и развитие различных способов получения алюминия, описанных в работах [3–5], позволяет выделить три основных этапа в истории металлургии алюминия:

- экспериментально-поисковый лабораторный, завершившийся получением алюминия восстановлением его трихлорида калием;

- «химический» промышленный, ушедший в историю и реализованный в двух вариантах: восстановление алюминия из двойного хлорида натрия и алюминия металлическим натрием с последующим удалением хлорида натрия механически или отмывкой водой; восстановление алюминия из двойной фтористой соли алюминия и натрия (криолита) металлическим магнием;

- «электрометаллургический» промышленный современный, основанный на электролизе растворимого в расплаве криолита глинозема.

При получении алюминия и освоении технологии его производства возникли немалые трудности, обусловленные следующими факторами:

- большое сродство алюминия к кислороду. Алюминий может быть восстановлен углеродом из оксида при температуре около 2000 °С. Однако уже при 1200 °С углерод взаимодействует с алюминием, образуя карбид;

- высокий электрохимический потенциал алюминия (-1,67 В). Из водных растворов получить алюминий невозможно, так как на катоде практически будет идти процесс выделения водорода (разложения воды);

- высокая температура плавления глинозема (2050 °С), что исключает возможность проведения электролиза расплавленного глинозема.

Получение алюминия – это международный научно-технологический успех, в достижение которого значительный вклад внесли ученые Г. Дэви (1778 – 1829 гг., Англия), Х.-К. Эрстед (1777 – 1851 гг., Дания), Ф. Вёлер (1800 – 1882 гг., Германия). Профессор Королевского института Англии Г. Дэви в 1808 г., исследуя разложение глинозема электрическим током, вплот-



ную подошел к решению задачи получения алюминия. Ранее с помощью электролиза он первым получил металлы натрия и калия. Г. Дэви в это время писал: «Если бы мне посчастливилось получить металлическое вещество, которое я ищу, я предложил бы для него название – алюминий». Однако цель достигнута не была – Г. Дэви удалось получить лишь сплав алюминия с железом. Следующий шаг к получению алюминия сделал профессор Копенгагенского университета Х.-К. Эрстед, в 1825 г. заявивший о получении алюминия восстановлением его трихлорида сплавом калия со ртутью с последующей дистилляцией продуктов восстановления без доступа воздуха. Однако проведенные им впоследствии исследования позволяют предположить, что фактически был получен сплав алюминия и калия. Исследования Х.-К. Эрстеда были продолжены и усовершенствованы Ф. Вёлер. Он заменил сплав калий-ртуть на пары чистого калия при восстановлении безводного трихлорида алюминия. 22 октября 1827 г. Ф. Вёлер получил первые 30 г алюминия в виде порошка. Лишь спустя 18 лет, в 1845 г., ему удалось получить алюминий в виде закристаллизовавшихся шариков (корольков), определить и описать его важнейшие свойства.

Создателем «химической» технологии производства алюминия по праву считается французский химик, исследователь и технолог Анри-Этьен Сент-Клер Девиля, предложивший способ получения алюминия в 1854 г. и реализовавший его на заводе в Салендерде (Франция). Этот завод стал одним из первых алюминийпроизводящих предприятий современной компании «Пешине» и вошел в историю как крупнейшее предприятие по производству алюминия химическим способом: в 1872 г. на нем было получено 1800 кг алюминия. В России, ставшей после Франции и Германии, третьей алюминийпроизводящей страной в мире, первый алюминиевый завод, реализующий технологию Сент-Клер Девиля, был пущен в 1885 г. в г. Загорске Московской губернии, вблизи Троице-Сергиевой лавры. Однако вскоре он был закрыт, не выдержав конкуренции бурно развивающейся технологии П. Эру - Ч. Холла. За 36 лет применения (1855-1890 гг.) химическим способом было получено около 200 тонн алюминия, имевшего различный химический состав и существенные различия в механических свойствах.

Создателями электролитического способа производства алюминия стали исследователи-металлурги Поль-Луи Туссен Эру (Франция) и Чарльз Мартин Холл (США). Таким образом, современная технология производства алюминия по своему происхождению является интернациональной, ставшей реальной также благодаря значительным инженерным достижениям в области генерации и передачи электроэнергии: 1820 г. - создание бельгийским электротехником З.Т. Граммом динамо-машины, способной вырабатывать значительное количество электроэнергии, достаточное даже для использования в химико-металлургических процессах; 1889 г. - создание российским инженером М. Доливо-Добровольским техники трехфазного переменного тока, благодаря чему стало возможным осуществлять передачу электроэнер-

гии на большие расстояния. Электролитический способ производства алюминия позволил в короткий срок (с 1885 г. по 1900 г.) снизить цены на алюминий в 50 раз и во много раз увеличить его производство: 1895 г. - свыше 2000 тонн, 1905 г. - 20000 тонн. С 1890 г. по 1920 г. производство алюминия увеличилось в 1650 раз. В истории металлургии - это единственный случай такого стремительного роста производства металла. Алюминий и его сплавы стали завоевывать самые разнообразные области применения.



Рисунок 1 - Анри Сент-Клер Девиль 1858 г.

*А.Э. Сент-Клер Девиль (1818 – 1883 гг.)*

Анри Этьен Сент-Клер Девиль родился 11 марта 1818 г. на острове Сент-Томас (Виргинские острова) в семье владельца судоходной компании. В 1843 г. окончил медицинский факультет Парижского университета и получил степени доктора медицины и доктора химии. В 1845 – 1850 гг. он возглавляет естественно-научный факультет Университета в Безансоне (Юг Франции) и одновременно работает в должности профессора химии. В 1851 г. А. Сент-Клер Девиль принимает приглашение Высшей нормальной школы в Париже возглавить кафедру химии и в короткий срок организует на высоком уровне учебную и широко разворачивает исследовательскую работу, создав одну из лучших в то время во Франции и Европе химическую лабораторию. В дальнейшем он активно продолжает фундаментальные и прикладные научные исследования и преподавательскую работу, в том числе в Сорбонне (1870 – 1880 гг.).

Среди научно-технологического наследия А. Сент-Клер Девиля – совершенствование и создание лабораторного и приборно-аналитического оборудования, получение и исследование эфирных масел и смол растительного происхождения, открытие углеводорода толуола, получение азотного ангидрида, развитие способов получения аморфного и кристаллического бора, титана, натрия, кремния, рафинирования платины и разделения платины, иридия и осмия, синтез искусственных минералов, обоснование и введение в теоретическую химию новых понятий «диссоциация», «химическое равновесие», «закачивание» и др.

Широкую известность А. Сент-Клер Девилю принес разработанный им в 1854 г. первый технологический вариант промышленного производства алюминия, основанный на восстановлении алюминия металлическим натрием из

двойного хлорида натрия и алюминия. В середине 1854 года А. Сент-Клер Де-виль сообщил о своих результатах Парижской академии наук и получил акаде-мический грант на дальнейшее развитие работ. Вскоре по распоряжению импе-ратора Франции Наполеона III ему выделяют необходимые для продолжения технологических разработок средства, предоставляют производственную базу на заводах Жавеля и формируют команду. Опыты на заводах Жавеля увенча-лись успехом. 18 июля 1855 года был получен первый слиток алюминия весом 8 кг. В этом же году брусочки и тонкие полоски серебристого металла были представлены на Всемирной выставке в Париже. Способ А. Сент-Клер Девиля применялся в течение 36 лет – с 1855 по 1890 гг.

А. Сент-Клер Девиля писал: «Мне кажется очевидным, что скоро алю-миний будет употребляться везде, где необходим неокисляющийся металл». Это предвидение осуществилось достаточно скоро. Умер А. Сент-Клер Де-виль 1 июля 1881 г. в возрасте 63 лет в г. Булонь – Бийанкур.



Рисунок 2- Поль Луи Эру, 1893 г.

*П.-Л. Эру (1863 – 1914 гг.)*

Поль-Луи Туссен Эру родился 10 апреля 1863 в Тюри-Аркуре в Нор-мандии. П. Эру учился в колледже Сен-Барб и рано проявил интерес к есте-ственным наукам: физике, химии и механике. В пятнадцать лет П. Эру слу-чайно прочел книгу «Алюминий, его свойства, производство и его перспек-тивы», изданную известным в то время специалистом в области металлургии алюминия А. Сент-Клер Девилем. С этого времени у него возникло желание продолжать работу А. Сент-Клер Девиля. И вся дальнейшая деятельность П. Эру была посвящена алюминию. Родственники хотели, чтобы он продолжил «семейное» дело и занялся кожевенным производством. Но сам П. Эру хотел заниматься химией. В 1882 П. Эру поступил в Горную школу в Париже и продолжил исследования по получению алюминия. Из-за чрезмерного увле-чения химией П. Эру не справился с учебной программой и был отчислен уже на первом курсе. Однако он сумел наверстать все за летние каникулы, блестяще сдал экзамены и восстановился на втором курсе.

В 1886 г. П. Эру разработал современный промышленный способ по-лучения алюминия электролизом криолито-глиноземных расплавов. 23 апре-ля 1886 года он получает свой первый патент на изобретение электролизера

(патент №175.711 Франция, патент №7426 Англия, 1887 год). 22 мая 1886 года П. Эру подает заявку на выдачу патента в США, в последствии отклоненную из-за признания приоритета за Ч. Холлом. 17 октября 1888 года в Париже учредили Национальное электрометаллургическое общество, которое приобрело патенты П. Эру и, приступив к созданию алюминиевого завода, предложило ему стать его директором. Завод начал работать в апреле 1889 года – в местечко Фроже близ Гренобля в долине реки Изер.

В первые месяцы предприятие специализировалось на выплавке алюминиевой бронзы и железо-алюминиевого сплава, содержащего до 30 % алюминия. Но уже в конце 1889 года завод перешел на выпуск чистого алюминия. Первоначально для электролиза использовались ванны с четырьмя анодами, работавшие на постоянном токе силой 4000 А.

В 1893 году под руководством П. Эру был пущен еще один завод – в местечке Ла-Пра на реке Арк в предгорьях французских Альп. На предприятии использовались электролитические ванны с шестью анодами, работающие на токе в 5000 А.

Франция целенаправленно развивала промышленное производство алюминия. Большинство новых заводов строилось на юго-востоке страны, во французских Альпах, где горные реки позволяли получать дешевую электроэнергию. В 1903 году появился завод в Ла-Сосса, через семь лет – более мощный в Аржентьер де Бессе на реке Дюранс.

Жизнь, научные и производственные этапы биографии П. Эру свидетельствуют о его определяющем вкладе в становление металлургии алюминия и его сплавов, как во Франции, так и во всем мире. Умер П. Эру близ Антиба 9 мая 1914 года.



Чарльз Мартин Холл, 1888 г.

*Ч.М. Холл (1863 – 1914 гг.)*

Чарльз Мартин Холл родился 6 декабря 1863 года в Томпсоне, штат Огайо, США, в семье священника. Позже его семья переселилась в Оберлин.

Когда Ч. Холл поступил в Оберлинский колледж, он был достаточно хорошо подготовлен в области химии. На протяжении двух лет, предшествующих окончанию колледжа, Ч. Холл непрерывно пытался получить алюминий.

9 июля 1886 года Ч. Холл запатентовал электролитический способ по-

лучения алюминия и 2 апреля 1889 года получил патент США на свое изобретение. В дальнейшем Ч. Холлу удалось доказать, что свое открытие он сделал 23 февраля 1886 года. Но это было только начало технологического и конструкторского пути. Ч. Холл, воспользовавшись поддержкой друзей и бизнесмена А. Хента из Питтсбурга, организовал Питтсбургскую восстановительную компанию. Первый принадлежащий ей завод был пущен 18 сентября 1888 года в Кенсингтоне близ Питтсбурга. Для проведения электролиза использовали чугунные ванны прямоугольной формы длиной 60 см, шириной 40 см и высотой 50 см. Ток генерировали две динамо – машины. Каждая ванна содержала примерно 100 кг электролита – раствора глинозема в расплавленном криолите. В первые месяцы работы завод ежедневно производил 50 фунтов алюминия (примерно 22,5 кг).

Постепенно масштабы производства увеличивались. В 1890 году завод выпускал уже 240 кг металла в сутки. Вскоре помещения завода оказались малы для увеличивавшегося производства. И, что еще важнее, не хватало электроэнергии. На реке Аллегейни построили гидроэлектростанцию, и в марте 1891 года завод был перенесен в Новый Кенсингтон, неподалеку от Питтсбурга. Известно, что в 1893 году на заводе ежедневно производилось 500 кг алюминия, в следующем году – в два раза больше.

Питтсбургская восстановительная компания, во главе которой стоял Ч. Холл, бурно развивалась. Несколько новых заводов было основано в штате Нью-Йорк вблизи новой Ниагарской гидроэлектростанции. Один из них, Niagara Falls, работает и в настоящее время. Компания в 1907 году была реорганизована в Американскую алюминиевую компанию (в настоящее время Alcoa), в которой Ч. Холл до конца жизни занимал пост вице-президента, являясь владельцем или совладельцем всех ее алюминиевых заводов.

Обладая редким сочетанием таланта исследователя-экспериментатора и энергии предпринимателя, Ч. Холл по праву является основателем современной технологии промышленного производства алюминия, создателем алюминиевой промышленности США. Им получено 22 патента на технологические решения и конструкции электролизеров. В 1911 году Ч. Холл был награжден медалью Перкина за достижения в области прикладной химии. В течение длительного времени Ч. Холл был главным попечителем Оберлинского колледжа.

Умер Ч.М. Холл 27 декабря 1914 года от лейкемии в городе Дейтон-Бич, штат Флорида (США).

#### Библиографический список

1. Международный алюминиевый институт [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://aluminiuminsider.com/tag/international-aluminium-institute> (15.12.2019).
2. Light metal age [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.lightmetalage.com/news/industry-news/smelting/rusal-launches-ra-550-pilot/> (дата обращения: 10.02.2020).

3. Розен Б.Я. Металл особой ценности // Б.Я. Розен, Я.Б. Розен. – М.: Металлургия, 1980. – 208 с.

4. Алюминий. Тринадцатый элемент. Энциклопедия. – М.: Библиотека РУСАЛа, 2007. – 240 с.

5. Галевский Г.В. Оборудование и технология алюминиевого производства / Г.В. Галевский, М.Я. Минцис, В.В. Руднева. – М.: ФЛИНТА: Наука, 2017. – 252 с.

УДК 669

## **КЛАССИФИКАЦИЯ И АНАЛИЗ СПОСОБОВ ПРОИЗВОДСТВА СОЕДИНЕНИЙ И СПЛАВОВ ВАНАДИЯ**

**Якушина О.И.**

**Научный руководитель: д-р техн. наук, профессор Галевский Г.В.**

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

Описана рудная база и основные физико-химические свойства ванадия. Подтверждено его применение в качестве легирующего компонента в конструкционных, инструментальных и других сталях и сплавах в металлургии, а также в химической, авиакосмической и атомной промышленности. Рассмотрена классификация и проведен анализ способов производства соединений и сплавов ванадия.

Ключевые слова: ванадий, соединения и сплавы ванадия, ванадиевый чугун, титаномагнетиты.

Рудная база, физико-химические свойства ванадия и промышленные способы получения его соединений и сплавов подробно описаны в [1 – 8].

Ванадий – химический элемент периодической системы с атомным номером 23. Основная доля мирового потребления ванадия – примерно 87% – приходится на металлургическую промышленность (80% + 7% – черная и цветная металлургия соответственно). На сегодняшний день ванадий является одним из самых востребованных легирующих элементов в сталеплавильном производстве. Даже незначительное содержание ванадия в сплавах влияет на их качество положительным образом. Они становятся более прочными и устойчивыми.

В природе ванадий встречается исключительно в рассеянном состоянии. Его концентрация в земной коре составляет  $1,6 \cdot 10^{-2}$  %. Также может находиться в океанических водах, где его содержание достигает  $3 \cdot 10^{-7}$  %. Некоторое количество ванадия могут содержать в своем составе титаномагнетитовые руды, фосфоритовые, урансодержащие песчаники и алевролиты, в которых максимальное его содержание составляет 2 %. К основным рудным минералам ванадия в подобных месторождениях относят карнотит и ванади-

евый мусковит-роскоэлит. Кроме этого, было обнаружено, что бокситы, тяжелые нефти, бурые угли, битуминозные сланцы и пески также могут быть носителями ванадия. Однако, максимально средние значения концентрации ванадия фиксируются именно в магматических породах (габбро и базальтах). Среди наиболее важных минералов следует выделить такие, как патронит  $V(S_2)_2$ , ванадинит  $Pb_5(VO_4)_3Cl$ .

Чистый ванадий металл с удельным весом  $5,8 \text{ г/см}^3$ , плавящийся при  $1735^\circ\text{C}$ . На воздухе он не окисляется. Ванадий растворяется в плавиковой кислоте и в кислотах, являющихся сильными окислителями (в азотной кислоте и царской водке). Порошкообразный ванадий непосредственно соединяется с хлором, параами брома, азотом и серой. Ванадий получают восстановлением пентаоксида  $V_2O_5$  кальцием, а также термической диссоциацией йодида ванадия  $VJ_2$  на вольфрамовой проволоке. Ванадию присуща высокая химическая активность, определяющая возможность его применения в различных промышленных отраслях, включая химическую. Результатом взаимодействия ванадия с кислородом является образования нескольких оксидов:  $VO$ ,  $V_2O_3$ ,  $VO_2$ ,  $V_2O_5$ . Взаимодействие последнего оксида и основных оксидов приводит образованию солей ванадиевой кислоты вероятного состава  $HVO_3$ . Также известно несколько нестехиометрических оксидов ванадия ( $V_3O_5$ ,  $V_6O_{13}$ ,  $V_3O_7$ ). В таблице 1 приведены некоторые свойства оксидов ванадия [5].

Таблица 1 – Свойства оксидов ванадия

Свойства	$VO$	$V_2O_3$	$VO_2$	$V_2O_5$
Область гомогенности	0,85-1,24	1,44-1,65	1,995-2,02	2,48-2,50
Кристаллическая решетка	кубич.	гексагон.	монокл.	ромбич.
Цвет	серый	черный	черно-синий	красный
Плотность, $\text{г/см}^3$	5,76	4,87	4,34	3,36
Температура плавления, $^\circ\text{C}$	1790	1957	1542	678
$-\Delta H_{298}^0$ , ккал/моль	103	291	170	372

Проблема промышленного получения ванадия в основном решена использованием рассеянного ванадия, встречающегося в железных рудах. При доменной плавке ванадийсодержащих железных руд или агломератов после магнитного обогащения получается ванадиевый чугуны, в который переходит 80-85% ванадия. Основным сырьем для получения ванадия является ванадиевая руда. Однако, также существуют и другие промышленные источники получения металла, к которым относятся железные руды, титаномагнетитовые руды, а также медно-свинцово-цинковые. Указанные выше минералы наряду с урановым сырьем и горючими сланцами выступают в качестве дополнительных источников ванадия. Если ванадий получают из горючих сланцев или уранового материала, то он является побочным продуктом, который выделяется во время переработки основного сырья. По данным [7]

различают следующие марки ванадия и его сплавов:

- ВЭЛ-1, ВЭЛ-2, ВЭЛ-3, - чистый ванадий, содержащий до 99,84% V, полученный электролитическим способом; поставляется в виде порошка.

- ВнМ-1, ВнМ-2 - чистый V в виде слитков, полученных электронно-дуговой плавкой; содержание V составляет до 99,34% и 99,04% соответственно.

- ВнП-1, ВнП-2 - чистый ванадий в виде прутков круглого сечения.

- ВнПр-1, ВнПр-2 - чистый V в виде проволоки.

- ВнПл-1, ВнПл-2 - чистый V в виде полос.

- ВВ-8 - сплав ванадий-вольфрам с 6-8% W.

Для нужд химической промышленности используется множество соединений этого металла, прежде всего, соли ванадиевых кислот (ванадаты), оксиды и карбиды ванадия.

Ванадиевые сплавы подразделяют на конструкционные жаропрочные и сплавы со специальными физическими и химическими свойствами. К особым относятся сверхпроводящие сплавы. Конструкционные жаропрочные ванадия сплавы в свою очередь подразделяют на малолегированные технологические сплавы на основе системы ванадий - титан с различными легирующими элементами и высоколегированные и более прочные сплавы на основе систем ванадий – ниобий и ванадий – ниобий – тантал. Ванадий является хорошим растворителем многих химических элементов, поскольку радиус его атома отличается от радиуса этих элементов незначительно. На температуру плавления и прочностные свойства ванадиевых сплавов при высоких температурах влияют добавки молибдена, рения, ниобия, тантала, хрома, алюминия, вольфрама и титана, которые повышают или мало снижают температуру начала плавления. В многокомпонентных сплавах в небольших количествах (для образования гетерофазной структуры) могут быть полезными и те легирующие элементы (цирконий, кремний, углерод), которые в двойных сплавах отнесены к числу неперспективных. Важной характеристикой при выборе легирующих элементов является температура рекристаллизации сплавов.

Ниже приведен обзор промышленных способов получения соединений ванадия.

Извлечение ванадия из ванадийсодержащего чугуна включает следующие стадии [8]:

- получение обогащенного ванадием шлака в процессе передела чугуна в сталь;

- переработка ванадиевого шлака с получением оксида ванадия, ванадата кальция или ванадата железа;

- выплавка феррованадия;

- получение металлического ванадия или его соединений высокой степени чистоты.

Ванадий и другие примеси, находящиеся в чугуне – кремний, марганец, хром, фосфор – в составе оксидов переходят в шлак. Поэтому для получения шлаков с высоким содержанием оксидов ванадия стремятся выплав-



лять чугуны с низким содержанием кремния и марганца и повышенным содержанием ванадия. Состав ванадиевого шлака зависит от характера руды, из которой выплавлен чугун. При извлечении ванадия из титаномагнетитовых руд, диоксид титана затрудняет доменную плавку руды, так как повышает температуру плавления и вязкость шлаков. Для устранения этого в шихту доменной плавки предложено добавлять доломит – образуются менее вязкие и менее тугоплавкие шлаки. Для плавки в домне концентрат агломерируют [6].

Промышленная переработка титаномагнетитов с извлечением ванадия осуществляется двумя способами: пирометаллургическим и гидрометаллургическим. Последний способ предъявляет серьезные требования к качеству перерабатываемых руд: они должны иметь высокое содержание ванадия, а остатки должны быть такими, что их можно будет использовать в качестве железорудного сырья. На пирометаллургический способ приходится около 80%, а на гидрометаллургический – 20% производимого из титаномагнетитов ванадия [3]. Гидрометаллургический способ отличается от других более высоким извлечением ванадия из руд, но он пригоден только для переработки высокованадистых руд (более 1%  $V_2O_5$ ) при относительно небольших объемах их добычи. Этот способ основан на процессе «обжиг-выщелачивание», согласно которому титаномагнетитовый концентрат со щелочными добавками подвергают окислительному обжигу для перевода ванадия в растворимую форму, затем продукт обжига выщелачивают водой. Ванадий из раствора осаждают в присутствии сульфата аммония либо в виде ванадата, либо поливанадата аммония. После сушки и плавки ванадатов аммония получают технический пентаоксид ванадия, который используют для выплавки высоких марок феррованадия и других ванадиевых сплавов. В настоящее время гидрометаллургический способ применяется на заводе фирмы «Vantra» (Transvaal Vanadium Company) в Вападсклофе (ЮАР) для переработки высокованадистых титаномагнетитов Бушвельдского рудного комплекса. Для гидрометаллургической переработки используют мелкие фракции руды следующего состава, %: 1,65  $V_2O_5$ ; 56,4 Fe; 14,1  $TiO_2$ ; 1,2  $SiO_2$ ; 3,1  $Al_2O_3$ ; 0,4  $Cr_2O_3$ .

Пирометаллургическая переработка титаномагнетитов с получением стали и извлечением ванадия осуществляется по двум схемам: коксодоменной и бескоксовой [4]. В обеих схемах основным продуктом является железо, а ванадий извлекается попутно из ванадиевого шлака. Коксодоменная схема является традиционной схемой переработки железорудного сырья, сочетающая высокую производительность и относительно низкую себестоимость получаемого железа. Однако реализация данной технологии требует огромных капитальных затрат и экономически эффективна при производительности не менее 3 млн т. чугуна в год. Кроме того, при содержании в сырье более 4%  $TiO_2$  применение этой схемы затруднительно, т.к. при этом происходит взаимодействие шлака с коксовой насадкой, которое ведет к интенсивному восстановлению титана. В результате этого горны доменных пе-

чей загромождаются тугоплавкими карбидами и оксикарбонитридами титана, что снижает фильтруемость коксовых насадок и затрудняет слияние и течение образующихся жидких фаз (капель чугуна и шлака). Помимо этого, повышается расход кокса, снижается производительность доменных печей, возрастает трудоемкость работ на горне и существенно увеличиваются затраты на очистку (обработку) чугуновозных ковшей из-за их зарастания тугоплавкими титансодержащими шлаками.

Коксодоменная схема применяется на предприятиях России (ЕВРАЗ НТМК, до недавнего времени Чусовской металлургический завод) и Китая (Паньчжихуанский, Мааньшаньский и Чэндэнский металлургические комбинаты). Основные переделы схемы следующие:

- окускование концентрата с получением агломерата и/или окатышей;
- восстановительная плавка шихты в доменной печи с получением ванадиевого чугуна и титанистого шлака;
- продувка ванадиевого чугуна в кислородных конвертерах с получением передельного чугуна и ванадиевого шлака;
- переработка передельного чугуна на сталь в кислородном конвертере.

#### Библиографический список

1. Зеликман А.Н. Металлургия редких металлов: учебное пособие для вузов. 2-е изд., перераб. и доп. / А.Н. Зеликман, Б.Г. Коршунов – М.: Металлургия, 1991. - 432 с.
2. Дерябин Ю.А. Перспективы переработки чинейских титаномагнетитов. / Ю.А. Дерябин, Л.А. Смирнов, А.А. Дерябин – Екатеринбург: Сред.-Урал. кн. изд-во, 1999. - 367 с.
3. Смирнов Л.А. Металлургическая переработка ванадийсодержащих титаномагнетитов. / Л.А. Смирнов, Ю.А. Дерябин, С.В. Шаврин - Челябинск: Металлургия. Челябинское отд-ние, 1990. – 256 с.
4. Ровнушкин В.А. Бескоксовая переработка титаномагнетитовых руд./ В.А. Ровнушкин, Б.А. Боковиков. – М.: Металлургия, 1988. – 247с.
5. Мизин В.Г. Комплексная переработка ванадиевого сырья: химия и технология. / В.Г. Мизин, Е.М. Рабинович. – Екатеринбург: УрО РАН, 2005. – 416 с.
6. Смирнов Л.А. Переработка титанмагнетитового сырья с получением ванадиевого шлака и стали. / Л.А. Смирнов, Ю.А. Дерябин // Физическая химия и технология в металлургии: Сб. научн. тр. – Екатеринбург: Изд. УрО РАН, 1996 – с.248-260.
7. Метотехника.ру. Тугоплавкий металл ванадий. [Электронный ресурс]: сайт. – URL: <https://www.metotech.ru/vanadiy-opisanie.htm>.
8. Спецметал.ру. Производство соединений ванадия. [Электронный ресурс]: сайт. – URL: <https://specmetal.ru/spravochnaya-informatsiya/proizvodstvo-soedinenii-vanadiya>.

## ОТЕЦ КУЗНЕЦКИХ РЕЛЬСОВ

**Михно А.Р.**

**Научный руководитель: д-р техн. наук, профессор Козырев Н.А.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк, e-mail: mikno-mm131@mail.ru*

Юрий Вячеславович Грдина (6 июля 1901 г - 14 ноября 1967 г). Доктор технических наук, профессор. Видный научный деятель в области металловедения, выдвинул и экспериментально подтвердил новые положения по кинетической теории образования эвтектических сплавов, научно обосновал новые положения по



теории вторичной кристаллизации, дислокационной теории флокенообразования и разрушения, теоретически обосновал и исследовал механизм модифицирования. Основоположник нового направления в термообработке - термоупрочнения железнодорожных рельсов. Разработанная Ю.В. Грдины технология объемной закалки железнодорожных рельсов широко используется в мировой практике; в СССР технология была внедрена в условиях Нижнетагильского и Кузнецкого металлургического комбинатов. Автор более 120 работ.

Окончил Томский технологический институт. Основное место работы Сибирский металлургический институт, где в 1957 основал и заведовал кафедрой физики металлов. Дважды награжден орденом Трудового Красного Знамени (1945, 1953г.г.), орденом «Знак Почета»(1945г.), орденом Ленина (1961г.), заслуженный деятель науки и техники РСФСР (1961), в 1967 году за работу над улучшением транспортного металла награжден Государственной премией в области науки и техники. Председатель рельсовой комиссии, член совета Госплана СССР по координации научно-исследовательской работы в области металлургии, член НТС МВ и ССО СССР и ряда других научных организаций.

Юрий Вячеславович Грдина родился в г. Вильно (г. Вильнюс). Родители - Вацлав Иванович и Мария Осиповна Грдина. Вскоре после рождения сына семья переехала в г. Томск. С 1911 по 1918г. Юрий Грдина учится во 2-м Томском реальном училище на механическом факультете. Еще в студенческие годы начинается научная работа Ю.В. Грдины. В 1918 г. после окончания реального училища работал некоторое время конторщиком в конторе Нижнеудинского участка тяги железной дороги, затем в 1919 г. чертежником управления Томской железной дороги, библиотекарем и секретарем редакции Западно-Сибирского отделения общества Сибирских инженеров. В 1920 г., по предложению профессора физики Б.П.Вейнберга, принимает участие в полярной экспедиции в устье реки Оби, в район Обской губы. Экспедиция была организована Институтом исследований Сибири, просуществовавшим с конца января 1919 года по 5 июня

1920 года, при финансовой поддержке Сибревкома. В этой экспедиции Ю.В. Грдина проводил маршрутную и магнитную съемку. То, что делала экспедиция, имело в то время большое значение не только для науки, но и для практического освоения северных территорий. После окончания полярной экспедиции, прошедшей под руководством Б.П. Вейнберга, Юрий Вячеславович совмещает учебу в институте с работой в Томском университете. Там он принимает участие в организации магнитной обсерватории и заведует ею до 1 декабря 1921 г. В 1923 г. Б.П. Вейнбергом был создан институт прикладной физики при ТТИ, и студент Грдина работает в нем с момента образования в качестве вычислителя. В это время проводится им и научно-исследовательская работа. Юрий Вячеславович занимается определением напряжений оптическим методом в деформированном льду, получает монокристаллы льда, изучает процесс кристаллизации. Работа в этом институте продолжалась до 1928 г., т.е. до конца его существования в ТТИ.

В январе 1925 г. Юрий Вячеславович окончил механический факультет по электротехнической специальности и остался работать в Институте прикладной физики научным сотрудником. С этого времени начинается его научная работа в области металловедения. Молодой научный сотрудник выполняет работы по рекристаллизации железа и по металлургии олова, за которые был премирован военным артиллерийским управлением РККА.

В 1927 г. Ю.В. Грдина начинает заниматься и преподавательской деятельностью. Он ведет практические занятия в ТТИ по теоретической механике на механическом и строительном факультетах, читает курс лекций по общей электротехнике в Томском университете.

Одновременно в 1925 - 1928 гг. Юрий Вячеславович работает по совместительству инженером для технических занятий в Управлении Томской железной дороги. В 1928 г. инженер Грдина уезжает в Красноярск, где работает начальником электроцеха паровозоремонтного завода. Там же им выполнен проект электростанции завода и начато ее строительство.

В 1928 г. на базе Института прикладной физики ТТИ был создан Сибирский физико-технический институт, переданный Томскому университету. Ю.В. Грдина приезжает в Томск и становится сначала научным сотрудником, а затем ученым секретарем СФТИ. В этом качестве он работает в 1928-1929 гг. В 1930 г. Юрий Вячеславович начинает работать под руководством Н.В. Гутовского в Сибирский институт металлов (научно-исследовательское учреждение). Сначала он - ученый секретарь института, затем с 1932 г. - зам. директора по научной работе, а в 1934 - 1937 гг. становится его техническим директором.

Не просто складывалась семейная жизнь Юрия Вячеславовича. Первый брак оказался неудачным и распался. Женившись второй раз на Наталье Николаевне Шубиной, с которой прожил до конца жизни, он создал крепкую семью.

В 1935 г. Сибирский институт металлов перевели в Новосибирск, и Ю.В. Грдина переезжает вместе с ним в этот город. Здесь в семье рождается сын, названный в честь деда Вячеславом. В Новосибирске они прожили недолго. В 1937 г. институт переводится в Сталинск (Новокузнецк) и соединяется с суще-

ствующим там вузом - Сибирским металлургическим институтом. Семья Грдины переезжает вместе с институтом. Здесь Юрий Вячеславович заведует кафедрой термической обработки и металловедения Сибирского металлургического института. Степень кандидата технических наук была присуждена ему в 1935 г. без защиты диссертации, а в 1937 г. он становится и.о. профессора.

Активное сотрудничество развивается у Ю.В. Грдины с Кузнецким металлургическим комбинатом. Еще работая в Сибирском институте металлов, он помогал в пуске этого комбината, освоении и развитии производства. В первой половине 30-х годов под руководством Юрия Вячеславовича для комбината были выполнены работы: «Обследование работы мартеновских цехов КМК», «Изучение и рационализация производства судостали» и другие. После переезда в Новокузнецк это сотрудничество с КМК укрепляется и развивается в течение многих лет. Там проводятся многие работы Ю.В. Грдины и его кафедры. Среди них термическая обработка рельсов, работы по производству броневой стали и другие.

В институте Юрий Владимирович, продолжая заведовать кафедрой, руководит в 1937-1939 гг. научно-исследовательским сектором, является деканом технологического факультета в 1939 - 1941 гг., а в период 1941-1945 гг. работает в должности проректора по учебной и научной работе.

29 июля 1942 г. состоялась защита его докторской диссертации «Тепловая обработка как метод улучшения рельсов». Это была серьезная работа, в которой основательно изучены причины выхода из строя железнодорожных рельсов, разработаны режимы их термической обработки, обеспечивающие увеличение долговечности и надежности, разработано и изготовлено испытательное оборудование и сделано многое другое. Защита прошла в совете Томского индустриального института.

Кафедра же, возглавляемая Ю.В. Грдиной, с 1938 г. первой в Сибири начала выпускать инженеров по специальности «Металловедение и термическая обработка металлов». В 1943 г. Юрий Вячеславович был утвержден в звании профессора. В военные годы Ю.В. Грдина оказывал большую помощь КМК в освоении выпуска броневых листов, особенно его прокатки, термической обработки.

С 1947 по 1958 г. профессор Грдина - заместитель директора Сибирского металлургического института по научной работе. А в 1958 г. Юрий Вячеславович организует кафедру физики металлов и становится ее заведующим до 1967 г. В этот период он уже известный в стране специалист по транспортному металлу, крупный ученый в области металловедения и термической обработки. Кроме того Ю.В. Грдина является в 1958 - 1967 гг. редактором отдела металловедения и термической обработки металлов журнала «Известия вузов. Черная металлургия».

В 1961 г. Юрий Вячеславович - делегат XXII съезда КПСС, и в этом же году ему присвоено почетное звание «Заслуженный деятель науки и техники РСФСР». А в 1966 г. он становится лауреатом Всесоюзной премии имени

Н.А. Минкевича в области металловедения.

В 60-х годах Юрий Вячеславович с сотрудниками занимается вопросами термической обработки рельсов и повышения качества сталей и сплавов. Публикуются работы по быстрорежущим сталям и дисперсионно-твердеющим сплавам.

Основной же его работой остается по-прежнему учебный процесс в вузе, подготовка металловедческих кадров. За время работы в институте читаются курсы лекций: «Металловедение и термическая обработка», «Химико-термическая обработка», «Специальные стали», «Физика металлов», «Физические свойства металлов». Осуществляется руководство дипломными работами студентов, под его руководством выполнено и защищено более 30 кандидатских и докторских диссертаций.

Результатом научной работы было более 200 опубликованных трудов. Научные разработки Ю.В. Грдины использовались при строительстве рельсопрокатного цеха на заводе «Азовсталь», при проектировании отделения для термической обработки рельс на Кузнецком металлургическом комбинате в Новокузнецке. А на Нижнетагильском металлургическом заводе был запущен первый в мире цех с полным циклом термической обработки рельсов. В 1959 и 1960 гг. по результатам этих работ вышли постановления Совета Министров СССР о строительстве цехов полной термической обработки рельсов на всех производящих их заводах страны.

Юрий Вячеславович вел большую общественную работу. В разные годы он являлся депутатом Кемеровского областного Совета и Новокузнецкого городского Совета, членом научно-технического совета Кемеровского совнархоза, членом научно-технического совета Министерства высшего и среднего образования СССР, членом Совета Госплана СССР по координации научно-исследовательских работ в области металлургии, зам. председателя рельсового комитета Академии наук СССР.

Большая и плодотворная работа профессора Ю.В. Грдины была отмечена высокими правительственными наградами. Он был награжден орденом Ленина, двумя орденами Трудового Красного Знамени, медалями. В 1967 г. за разработку технологии термической обработки рельсов и внедрение ее на Нижнетагильском металлургическом комбинате Юрий Вячеславович Грдина был удостоен Государственной премии СССР». В ноябре 1967 г., в ночь с 13 на 14, после непродолжительной болезни Ю.В. Грдина скончался в возрасте 66 лет.

Ю.В. Грдина отличался огромной широтой интересов, в том числе в искусстве. Он хорошо играл на фортепиано, любил исполнять произведения русских и зарубежных композиторов, вырезал по дереву, писал картины маслом. Три его работы хранятся в музеях г. Новокузнецка. Обладая несомненным литературным даром, Юрий Вячеславович в 1963 году написал научно-фантастическую повесть «Блистающий мир». В память о выдающемся ученом, профессоре Ю.В. Грдине его именем названа одна из улиц в Центральном районе города Новокузнецка. На Тазовском полуострове, в тех местах, где Юрий

Вячеславович в 1920 году был в полярной экспедиции, примерно в 40 км от впадения реки Таз в Обскую губу, есть мыс имени Ю.В. Грдины.

УДК 621

## **АНАЛИЗ СТЕПЕНИ ВЛИЯНИЯ ПРИМЕСЕЙ ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ И ПАРАМЕТРОВ ВНЕПЕЧНОЙ ОБРАБОТКИ СТАЛИ НА КАЧЕСТВО РЕЛЬСОВОЙ ПРОДУКЦИИ**

**Сафонов С.О.**

**Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Уманский А.А.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк, e-mail: sergey.safonov.1950@mail.ru*

Приведен анализ степени влияния технологических параметров обработки стали на агрегате «ковш-печь» на качество рельсовой стали. Рассмотрено влияние содержания вредных примесей и параметров внепечной обработки на отбраковку рельсовой металлопродукции при проведении ультразвукового контроля.

Ключевые слова: сталеразливочный ковш, продувка, инертный газ, неметаллические включения, медь, олово, водород, основность, сера, рафинирование.

Качество рельсовой стали во многом определяется содержанием примесей цветных металлов, серы, фосфора, водорода и концентрацией неметаллических включений как в непрерывнолитой заготовке, так и непосредственно в рельсах. В большей степени чистота стали определяется шихтовыми материалами, используемыми при выплавке стали, технологическими особенностями выплавки и внепечной обработки стали.

Для определения влияния содержания примесей цветных металлов, газов в стали и параметров внепечной обработки стали на качество стальной продукции проведен статистический анализ данных, полученных в процессе внепечной обработки на агрегате «ковш-печь» и вакууматоре в электросталеплавильном цехе АО «ЕВРАЗ ЗСМК». Для анализа использован массив данных из 772 плавов стали марки Э76ХФ [1].

Выявлено, что значимое влияние на брак рельсов по результатам ультразвукового контроля на установке МУЗК (мокрый ультразвуковой контроль) оказывают следующие факторы: содержание серы на выпуске из ДСП; длительность продувки при обработке на АКП; основность шлака при обработке на АКП; содержание водорода в стали после вакуумирования; содержание меди в готовой стали; содержание олова в готовой стали. На основе этих данных получено уравнение регрессии.:

$$B_{МУЗК} = 20,5 + 30,23 \cdot [S]_{ВЫП} - 0,03 \cdot D_{ПРОД} - 1,16 \cdot (O_{сн АКП}) + 7,70 \cdot [H] + 31,12 \cdot [Cu] + 210,86 \cdot [Sn],$$

где  $B_{МУЗК}$  – отбраковка рельсов на МУЗК, %;

$[S]_{ВЫП}$  – содержание серы в стали на выпуске из ДСП, %;

$D_{ПРОД}$  – продолжительность продувки при обработке на АКП, %;

$(Oсн_{АКП})$  – основность шлага при обработке на АКП, %;

$[H]$  – содержание водорода в стали после вакуумирования, ppm;

$[Cu]$  – содержание меди в готовой стали;

$[Sn]$  – содержание олова в готовой стали.

Из полученного уравнения регрессии видно, что повышение основности шлага и увеличение длительности продувки стали на АКП при обработке на АКП снижает отбраковку рельсов на МУЗК, а повышение содержание серы в стали на выпуске из ДСП, водорода в стали после вакуумирования, меди и олова в готовой стали увеличивает брак [2].

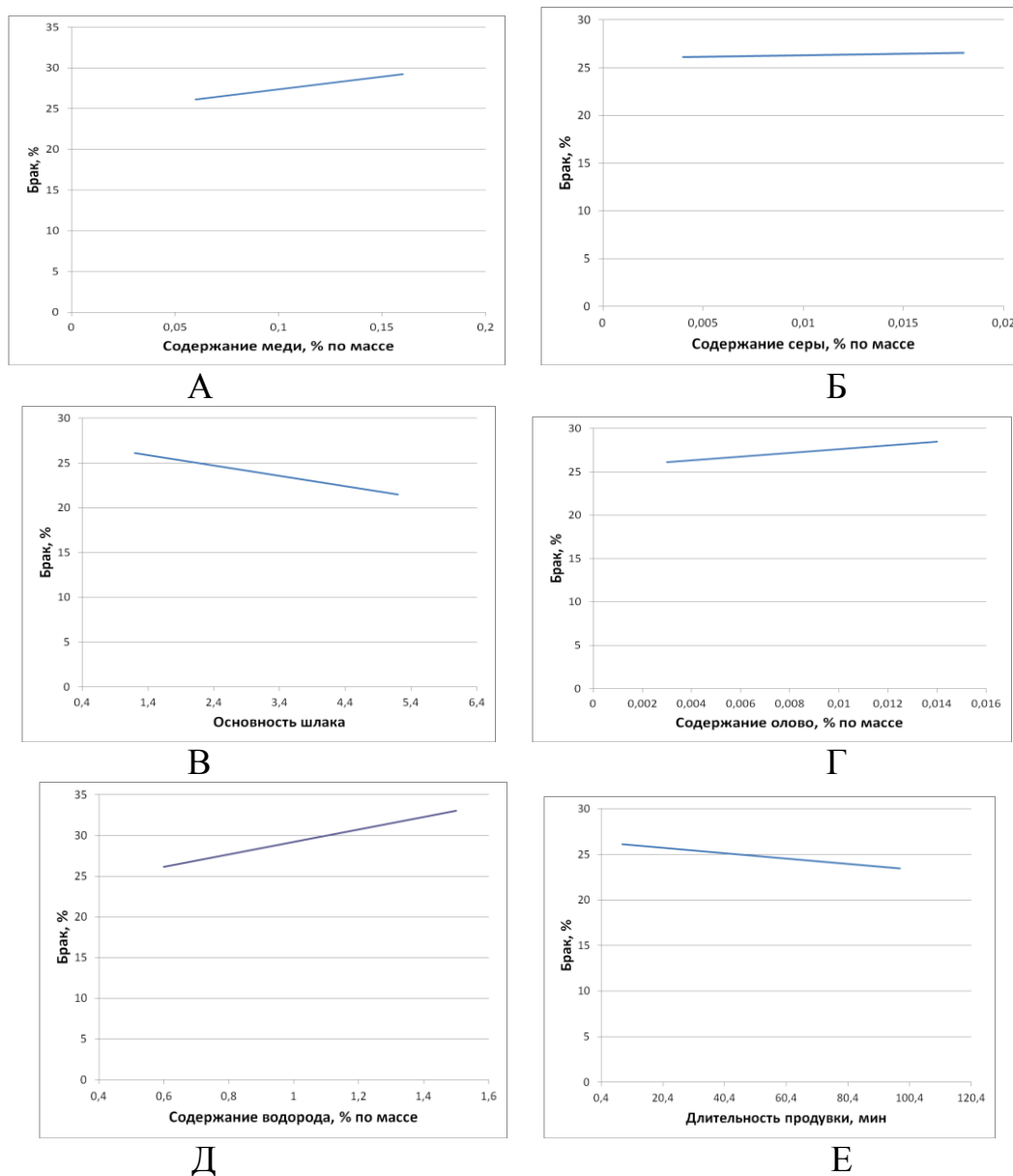


Рисунок 1 – Зависимость брака рельсов от содержания вредных примесей и параметров внепечной обработки



Данные графики показывают зависимость доли брака стальной продукции выявленного ультразвуковым контролем от концентрации химических элементов в составе стали и параметров внепечной обработки [3].

Водород способствует образованию флокенов в стали, флокены – микротрещины которые в большинстве случаев являются концентраторами напряжений в изделии при нагрузке. С ростом содержания водорода в стали после внепечной обработки процент брака значительно повышается.

Сера приводит к снижению пластичности и вязкости стали, к красноломкости при прокатке. Рост содержания серы в рельсовой стали незначительно повышает процент брака.

Медь и олово в большинстве марок сталей приводят к снижению пластичности. С ростом содержания олова и меди в составе процент брака повышается.

Основность шлака это параметр который характеризует способность шлака к ассимиляции вредных примесей (при внепечной обработке в основном серы). При повышении показателя основности шлака процент брака значительно понижается.

Длительность продувки определяет степень удлаения неметаллических включений в шлак (явление флотации). Повышение длительности продувки приводит к снижению процента брака [4].

Основными рекомендациями по оптимизации технологии производства рельсовой стали являются:

- использование подготовленного металлолома или частичная его замена альтернативными материалами, что снизить содержание примесей цветных металлов в тстали;

- увеличение продолжительности вакуумной обработки и продувки металла инертным газом при обработке на АКП.

#### Библиографический список

1. Еланский Г. Н. Строение и свойства жидкого металла – технология плавки – качество стали [Текст] / Г. Н. Еланский, В. А. Кудрин. – М.: Металлургия, 1984. – 239 с.

2. Губенко С. И. Трансформация неметаллических включений [Текст] / С. И. Губенко. – М.: Металлургия, 1991. – 224 с.

3. Дерябин А.А. Исследование эффективности процессов раскисления, модифицирования и микролегирования рельсовой стали [Текст] / А.А. Дерябин, А.В. Добужская // Сталь. – 2000. – №11. – С. 38-43.

4. Козырев Н.А. Возможности улучшения качества рельсовой стали [Текст] / Н.А. Козырев, Д.В. Бойков // Электрометаллургия. – 2012. – № 1. – С. 30–33.

**ТЕХНОЛОГО-МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ  
ПРОДУКТОВ КОРРОЗИИ ЧУГУННЫХ СЕКЦИЙ ГАЗОСБОРНОГО  
КОЛОКОЛА АЛЮМИНИЕВЫХ ЭЛЕКТРОЛИЗЕРОВ  
ЭКОСОДЕРБЕРГ**

**Кувшинникова Н.И.<sup>1</sup>, Пинаев Е.А.<sup>2</sup>**

**Научный руководитель: д-р техн. наук, профессор Темлянецов М.В.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк, e-mail: n.kuvshinnikova@rambler.ru*

<sup>2</sup>*АО «РУСАЛ Красноярск»,  
г. Красноярск, e-mail: Evgeniy.Pinaev@rusal.com*

Выполнены минералогические исследования продуктов газовой коррозии чугуновых секций газосборного колокола электролизеров ЭкоСодерберг алюминиевого производства. В результате исследований было установлено, что основными минералами корродированных чугуновых секций являются магнетит, гематит, алюмофтористые соединения. Также в исследуемых образцах были обнаружены чешуйки графита, попавшие в окалину в процессе эксплуатации электролизеров.

Ключевые слова: гематит, магнетит, графит, алюмофтористые соединения, электролизер, газовая коррозия, окалина.

В настоящее время единственным промышленным способом производства алюминия является электролиз. Процесс электролиза при производстве алюминия сопровождается образованием большого количества газов и пыли уноса. Для улавливания вредных веществ, образующихся в процессе электролиза, электролизеры оборудованы системой газоотсоса, важным элементом которой является газосборный колокол, состоящий из чугуновых секций. Агрессивная газовая среда, образующаяся в процессе производства алюминия, приводит к газовой коррозии чугуновых секций газосборного колокола (рисунок 1), выполненных из высокопрочного чугуна с шаровидным графитом марки ВЧ50. При этом коррозия характеризуется неравномерным распределением по поверхности секций газосборного колокола, образуя локальные прогары, что значительно сокращает срок службы секций. Образующиеся продукты коррозии [1], попадая в расплав алюминия, приводят к снижению его чистоты по примесям железа и как следствие сортности. Данные факторы негативно сказываются на стоимости конечного продукта.

Для изучения окалины, образующейся при газовой коррозии чугуновых секций газосборного колокола электролизеров ЭкоСодерберг, в Лаборатории экологии и комплексного использования минеральных отходов ЦКП «Материаловедение» СибГИУ выполнены технологические исследования окалины корродированных секций электролизеров. Микроскопическое

исследование проводилось с использованием бинокулярного стереомикроскопа ЛабоПол Стеми-4 зум при увеличении 14-40<sup>X</sup>, а также в отраженном свете на поляризационном микроскопе ЛабоПол-2 РПО при увеличении 50-400<sup>X</sup>. В процессе работы некоторые участки были сфотографированы на цифровую камеру и описаны.

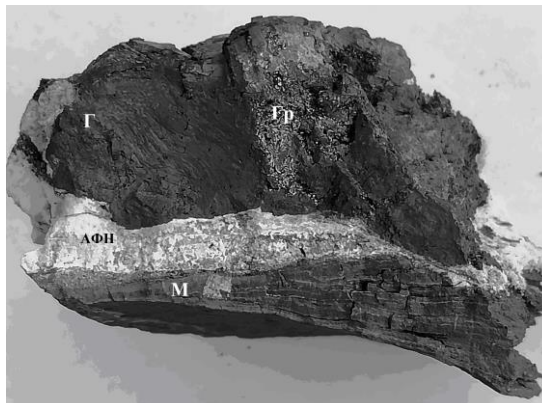


Рисунок 1 – Макросъемка продуктов коррозии чугуновых секций газосборного колокола электролизера ЭкоСодерберг (М – магнетит; Г – гемматит; АФН – алюмофториды натририя; Г – графит)

В процессе исследований установлено, что представленные образцы обладают значительной хрупкостью, что затрудняло процесс изучения окалина, так как при подготовке к исследованию некоторые образцы в процессе шлифования крошились.

Исследование показало также, что окалина имеет выраженную слоистость, содержит большое количество дефектов в виде пор и трещин. Слои окалина отличаются между собой по химическому и фазовому составу и макроструктуре. Для всех исследуемых проб характерно чередование относительно плотных слоев оксидов железа  $Fe_2O_3$  и  $Fe_3O_4$  и более пористых прослоек между ними. Также установлено, что образцы содержат большое количество алюмофторидов, представленных в основном криолитом  $Na_3AlF_6$ , веберитом  $Na_2MgAlF_7$ , эльпасолитом  $K_2NaAlF_6$  [2]. В таблице 1 представлен химический состав исследуемых образцов.

Материал окалина имеет пористую структуру, пустоты которой в большинстве случаев также заполнены алюмофтористыми соединениями (рисунок 2, 3).

Таблица 1 – Химический состав продуктов газовой коррозии чугуновых секций газосборного колокола электролизеров ЭкоСодерберг

Массовая доля элементов, %														
Fe <sub>общ</sub>	MnO	CaO	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	S	P	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	PbO	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	CuO
55,37	0,49	0,25	1,55	4,98	0,12	7,60	3,38	0,050	3,32	0,010	0,067	0,055	0,013	0,091
70,30	0,52	0,072	1,80	1,35	-	0,062	0,013	0,044	0,22	0,007	0,11	-	-	0,18
59,57	0,75	0,12	1,35	6,40	0,11	4,74	1,36	0,19	2,29	0,024	0,038	0,057	0,019	0,072
68,84	0,72	0,10	1,34	1,60	-	0,82	0,30	0,20	1,03	0,006	0,036	-	-	0,038

В представленных образцах гематит является основным минеральным компонентом. Он образует слоистый агрегат. Гематит в представленных образцах имеет рыхлую структуру, образуясь за счет окисления магнетита. При этом гематит и магнетит образуют решетчатую структуру прорастания, порождая внутрикристаллическое напряжение, за счет чего в кристаллах возникают микротрещины, заполненные алюмофторидами и стеклом.

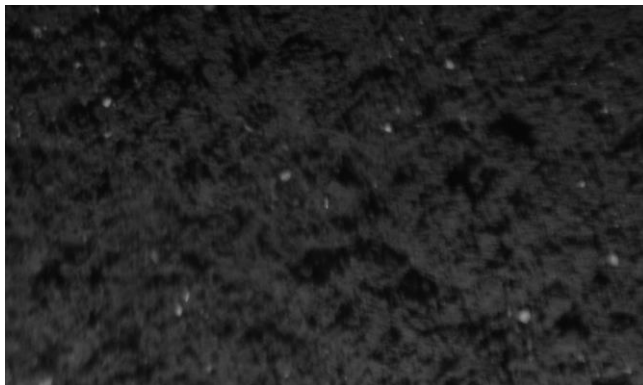


Рисунок 2 – Каплевидные выделения алюмофторидов (светло-серое) в основной массе окалины, увеличение  $35^{\times}$

Магнетит в изученных образцах находится в меньшей степени. Он также имеет слоистую текстуру. При этом при небольшом увеличении было обнаружено, что слои магнетита чередуются со слоями гематита, трещины между которыми заполнены, в основном, кристаллами криолита  $\text{Na}_3\text{AlF}_6$ . Также в магнетите содержится железо, которое в процессе электролиза корродировало не полностью.

В продуктах коррозии обнаружен в небольшом количестве углерод. Углерод встречается в исследуемых образцах в виде небольших графитовых пластинок. Графит в представленных образцах образует чешуйчатые агрегаты. Он располагается на поверхности гематита, а также в трещинах между пластинками гематита. Судя по локальному расположению графита можно судить о том, что он попал на образец из угольной пены в процессе электролиза.

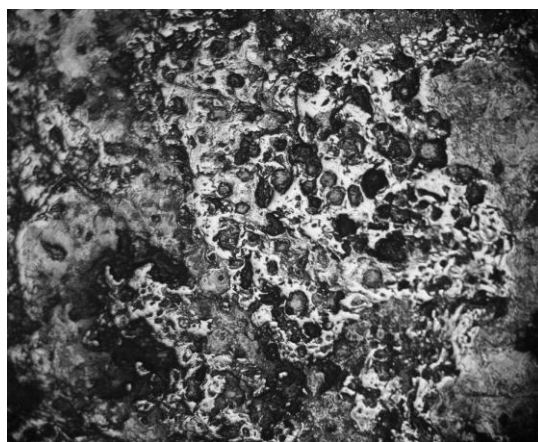


Рисунок 3 – Пористая структура окалины. Белое – магнетит, черное – поры. Увеличение  $100^{\times}$

В процессе технолого-минералогического исследования установлено, что окалина имеет выраженную слоистость, содержит большое количество дефектов в виде пор и трещин. Для всех исследуемых проб характерно чередование относительно плотных слоев оксидов железа  $Fe_2O_3$  и  $Fe_3O_4$  и более пористых прослоек между ними. Также исследования показали наличие в образцах алюмофтористых соединений и незначительного количества углерода.

#### Библиографический список

1. Исследование химического и фазового состава продуктов коррозии чугуновых секций газосборного колокола алюминиевых электролизеров Эко-Содерберг / Е.А. Пинаев, М.В. Темлянцев, Е.Н. Темлянцева, Н.И. Кувшинникова // Вестник горно-металлургической секции Российской академии естественных наук. Отделение металлургии. 2020. № 43. С. 144 – 151.
2. Минералы. Справочник. Том II / Под ред. Ф.В. Чухров, Э.М. Бонштедт-Куплетская – М.: Изд-во академии наук СССР, 1963. – 296 с.

УДК 549.08: 669.162.1

## **РОЛЬ ТЕХНИЧЕСКОЙ МИНЕРАЛОГИИ В ИЗУЧЕНИИ ВЕЩЕСТВЕННОГО СОСТАВА МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО СЫРЬЯ**

**Кувшинникова Н.И.**

**Научный руководитель: канд. геол.-минерал. наук,  
профессор Пермяков А.А.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк, e-mail: n.kuvshinnikova@rambler.ru*

Показана роль технической минералогии в оценке минерально-сырьевой базы металлургии. Также рассмотрена эффективность применения методов технической минералогии, в частности, микроскопического анализа наряду с классическими физико-химическими методами анализа процессов, протекающих в металлургическом производстве (образование шлака, настывлеобразование и других).

Ключевые слова: техническая минералогия, вещественный состав, микроскопия, руда, металлургический передел.

В последнее время наблюдается тенденция вовлечения в переработку все более бедных и труднообогатимых руд со сложным минеральным составом. Использование таких руд не всегда становится экономически и экологически целесообразным из-за их низкого качества. При этом комплексное использование руд, получение при обогащении высококачественных концентратов с минимальными потерями возможно лишь в том случае, когда технологическая схема полностью учитывает особенности вещественного

состава руд месторождения [1]. Медленное и трудное вовлечение месторождений в освоение и даже при этом дисбалансе между добычей и приростом запасов представляет серьезную проблему для развития потенциала отечественной металлургии и машиностроительной промышленности [2]. При этом повышение полноты извлечения используемых компонентов руды также является интенсивным способом прироста запасов [3].

Наиболее полного представления о вещественном составе руд невозможно получить, зная только лишь физико-химические и технологические свойства руд. Необходимо более полное представление о рудах, а именно необходимо знать минеральный состав руд, их текстурно-структурные и морфологические особенности минеральных агрегатов руд и продуктов металлургического передела. Поэтому наряду с привычными способами изучения минерального сырья и процессов металлургического передела все чаще технологи и металлурги обращаются в своей практике к методам технической минералогии. Она составляет фундамент, без которого на современном уровне невозможен целенаправленный научный поиск принципиально новых путей, которые могли бы коренным образом повысить эффективность технологии переработки руд [4].

Техническая минералогия изучает строение и физико-химические свойства минеральных агрегатов с целью эффективного использования минералов и содержащихся в них полезных компонентов. Целью технологической минералогии является создание эффективных ресурсосберегающих технологий минерального сырья, обеспечивающих его комплексное использование и интенсификацию геологоразведочных работ по приросту запасов.

Техническая минералогия наиболее тесно связана с особенностями экономического развития государства и вносит существенный вклад в решение проблемы рационального использования недр за счет достижения максимальной полноты и комплексного использования добываемого сырья, а также достижения повсеместной утилизации отходов. В оптимизации технологических процессов техническая минералогия решает следующие задачи [5]:

- определение обогатимости руд на ранних стадиях геологоразведочных работ с построением технолого-металлогенических моделей регионов с целью выбора первоочередных объектов для разведки и расширения перспектив развития действующих горно-обогатительных предприятий;

- выделение технологических типов и сортов, количественное прогнозирование и оценка изменчивости поведения при обогащении руд разных рудных тел, блоков, горизонтов и типов с построением геолого-технологических моделей месторождений на основе зависимостей между вещественным составом руд и показателями их переработки.

Необходимо представлением о строении вещества установить физическую сущность взаимосвязи технических и технологических свойств минерала с фундаментальными особенностями его конституции (составом и строением) и одновременно с характерными дефектами кристаллической решетки реального кристалла.

Как отмечает Ревнивцев [3], преимущество технологической минералогии заключается в том, что она может не только объяснять взаимосвязь конституции и свойств минералов, но и находить способы направленного изменения технических и технологических свойств минералов путем перестройки структуры или создания характерных дефектов кристаллической решетки с целью расширения области использования минеральных продуктов или разработки более рациональных схем извлечения полезных компонентов.

Для полного исследования вещественного состава техническая минералогия использует следующие методы исследования [6]:

- топоминералогические, позволяющие выявить минералогические факторы с целью определения способа переработки руд и их технологических свойств (флотируемости, магнитной восприимчивости, окисляемости и т.п.);

- механоминералогические, определяющие эффективность дробления и измельчения руд, степень раскрытия минералов, возможность образования новых структурных и минеральных видов;

- техноломинералогические, выявляющие закономерность образования новых минеральных видов в процессе флотации, гидро- или пирометаллургической переработки руд и концентратов;

- техногенноминералогические, необходимые для детального изучения отвалов рудников и карьеров; хвостов обогатительных фабрик, выбросов и шлаков металлургического производства с целью их утилизации, охраны окружающей среды и разработки безотвальных технологий.

Технологическая оценка технического минерального сырья полностью основана на минералогических критериях. Полезные свойства исходного минерала должны полностью соответствовать требуемым свойствам изготавливаемого из него изделия.

Особенно следует отметить о значении технической минералогии при изучении процессов обогащения руд. Углубленное изучение вещественного состава руд способствует разработке эффективной технологии их обогащения. Морфология кристаллов, их размеры, внутреннее строение, плотность, магнитные, электрические и другие свойства влияют на показатели обогащения [7].

Современная принципиальная схема минералого-технологического исследования должна предусматривать, во-первых, возможность его модифицирования, переработки для улучшения полезных свойств, во-вторых, комплексную оценку сырья, рекомендации по его рациональному использованию. Она, следовательно, должна быть многоцелевой, основанной на многоэтапном применении минералогических критериев для решения последовательно вытекающих одна из другой задач.

Минералого-технологическая оценка технологических видов сырья должна проводиться и, как правило, проводится по результатам комплексного физического и химического исследований на основе целого комплекса показателей [8].

Изучение продуктов обогащения позволяет проследить за поведением

минералов при обогащении, выявить причин низкого качества получаемых продуктов, а также повышенных потерь железа [1].

Особое место техническая минералогия занимает при описании процессов минералообразования, протекающих при металлургическом восстановлении минерального сырья. Восстановительные процессы являются одними из основных в пирометаллургическом способе переработки минеральных веществ. Восстановительная плавка лежит в основе производства черных и большинства цветных металлов, а также ферросплавов. Восстановительные процессы, а также особенности поведения шихтовых материалов в этих процессах и механизмы многих химических реакций изучены недостаточно. Поэтому изучить поведение шихтовых материалов в наиболее характерных для них условиях, объяснить некоторые технологические особенности этих процессов и раскрыть механизм протекающих реакции возможно с помощью петрографических исследований [9].

Знание минерального сырья и структур металлургических шлаков позволяет судить о полноте прошедших окислительно-восстановительных реакций некоторых шлаковых расплавов, ходе их кристаллизации и, таким образом, дает возможность более полно представить механизм восстановительного процесса. Изучение шлаков с привлечением электронной микроскопии позволяет порой диагностировать присутствие того или иного примесного минерала, установить который другими методами практически не возможно. При этом выявленные микроскопическими методами особенности металлургических шлаков позволяют однозначно связывать перспективы их переработки [2].

Особое значение играет изучение настлеобразования. Настыли, образующиеся в металлургических печах, могут вносить в их работу серьезные неполадки. Настлеобразование идет главным образом при расстройстве нормального хода печи. В борьбе с настлеобразованием возможно даже изменение или существенная корректировка технологического процесса. Но для этого необходимо иметь четкое представление о причинах и механизме образования настылей, а именно необходимо более полное изучение вещественного состава строения настылей.

Изучение свойств не только рудного минерального сырья, но и не рудного позволит наиболее полно вовлечь в переработку минеральное сырье. При этом технолого-минералогический контроль процессов, протекающих при переработке минерального сырья, должен происходить на всех стадиях его производства от добычи до металлургического передела, в том числе и при транспортировке полученных концентратов до мест их дальнейшего передела.

Таким образом, методы технической минералогии применимы на всех стадиях переработки минерального сырья. Вовлечение в производство бедных руд, внедрение новых технологий производства не возможно на сегодняшний день без полного контроля процессов, протекающих на всех стадиях производства. Техническая минералогия дает наиболее полное представление об этих процессах, а также обеспечивает всесторонний контроль на



всех стадиях производства.

#### Библиографический список

1. Пирогов Б.И., Пирогова В. В. Минералогическое исследование железных и марганцевых руд. – М.: Недра, 1973. – 212 с.
2. Рогожин А.А., Ожогина Е.Г., Кордюков С.В., Лыгина Т.З. Современные требования к изучению вещественного состава при технологической оценке природного и техногенного минерального сырья / А.А. Рогожин, – Обогащение руд, №3, 2006 – с. 34-37.
3. Ревнивцев В.И. Роль технической минералогии в развитии минерально-сырьевой базы страны и основные задачи ее формирования как нового научного направления / Тезисы докладов «Роль технической минералогии в развитии сырьевой базы СССР». - Л. 1983. С. 3-5.
4. Методы минералогических исследований. Справочник / Под ред. А.И. Гинзбурга. – М.: Недра, 1985. – 480 с.
5. Изоитко В.М. Технологическая минералогия и оценка руд. – СПб.: Наука, 1997. – 581 с.
6. А.Ф. Коптяев Основные этапы исследований в технической минералогии / Тезисы докладов «Роль технической минералогии в развитии сырьевой базы СССР». - Л. 1983. С. 12-13.
7. Борискин В.П. Изучение вещественного состава руд и продуктов их обогащения при лабораторных и полупромышленных технологических испытаниях / Сб. научных трудов «Технологическая минералогия» - Л.: Наука, 1987. – С. 14-22.
8. Юшкин Н.П. Минералогические критерии технологической оценки природного сырья для получения искусственных минералов и технических материалов / Сб. научных трудов «Технологическая минералогия» - Л.: Наука, 1987. – С. 9-14.
9. Горох А. В., Горох А.В., Русаков Л.Н. Петрографический анализ процессов в металлургии. – М.: Металлургия, 1973. – 287 с.

УДК 621.311

### **СЖИГАНИЕ ВОДОУГОЛЬНОЙ СУСПЕНЗИИ**

**Карбач Ю.С.**

**Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Михайличенко Т.А.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк, e-mail: julika1111@mail.ru*

На данный момент одной из актуальных проблем топливно-энергетического комплекса России является совершенствование топливно-

энергетического баланса. Все чаще возникает вопрос о расширении использования альтернативных возобновляемых нетрадиционных источников энергии – но все это перспективные источники, а в практическом плане необходимо сосредоточиться на традиционных источниках и, в первую очередь, на полномасштабном возвращении в энергетику угля, применяя новые технологии для его сжигания, позволяющие использовать достоинства угля и свести к минимуму сложности его применения. Одним из вариантов решения этой проблемы может быть переход на водоугольное топливо. Исключительно важную роль играет процесс горения, так как, не овладев им, нельзя рационально сжигать топливо. Поэтому важнейшей задачей теории является поиск путей для разработки новых, наиболее экономически, энергетически и технологически выгодных методов, и способов сжигания, различных их видов.

Ключевые слова: водоугольная суспензия, сжигание ВУС, горение.

Рассмотрим результаты опытных работ по сжиганию водоугольной суспензии (ВУС) на экспериментальном котле.

Основная серия испытаний и исследований была проведена в 3 этапа.

В результате проведения сравнительно длительных опытов и остановки котла после сжигания ВУС была установлена возможность сухого шлакоудаления из пода топки.

Изменились значения потерь с уходящими газами. Окончательно достигнутый уровень КПД котла при сжигании ВУС отличается от такого показателя при сжигании на 2,5-3,0% из-за повышенных потерь с уходящими газами и мехнедожогом топлива. Очевидно, что по мере оптимизации режимов сгорания ВУС, горелочных устройств и поверхностей нагрева котла указанные потери могут быть снижены, хотя и неизбежны потери, связанные с испарением дополнительной влаги в топке котла.

Перевод котла на сжигание ВУС сопровождается снижением температурного уровня в топке, а также изменением режима шлакоудаления. Осмотр состояния поверхностей нагрева показал, что степень загрязнения зашлаковки была неравномерной как по высоте, так и по периметру топки. Почти полностью был зашлакован фронтальный экран топки в районе горелок и половина правой стенки, примыкающей к фронту котла. Задние и левые экраны были относительно чистыми. При этом низ топки был полностью завален сыпучей золой, которая образовала холодную воронку с углом естественного откоса  $\approx 40-50^\circ$ .

В верхней части топки шлакованию подвергались задние экраны в районе пережима топки. Остальные поверхности топки имели небольшие очаги шлакования в районе расположения лючков и смотровых окон. Заносов и завалов шлаковыми массами стен горизонтального газохода не наблюдалось. Не было выявлено очагов забития поверхностей нагрева конвективного газохода.

По данным результатов опытов можно судить по эффективности работы котлов на ВУС. Сравнение составляющих потерь с уходящими газами и мехнедожогом топлива при сжигании ВУС и угля показывают, что их уровень на обводненном топливе в среднем на  $\approx 1,5\%$  выше по сравнению с режимом пылесжигания. Необходимо отметить также и то обстоятельство, что на данном этапе сжигания суспензии при благоприятных режимах достигнуты сравнительно низкие значения потерь с недожогом топлива.

Обработка данных показала, что увеличение температуры уходящих газов на  $17\text{ }^{\circ}\text{C}$  при усредненных показателях ВУС соответствует росту потерь с уходящими газами на  $1\%$ .

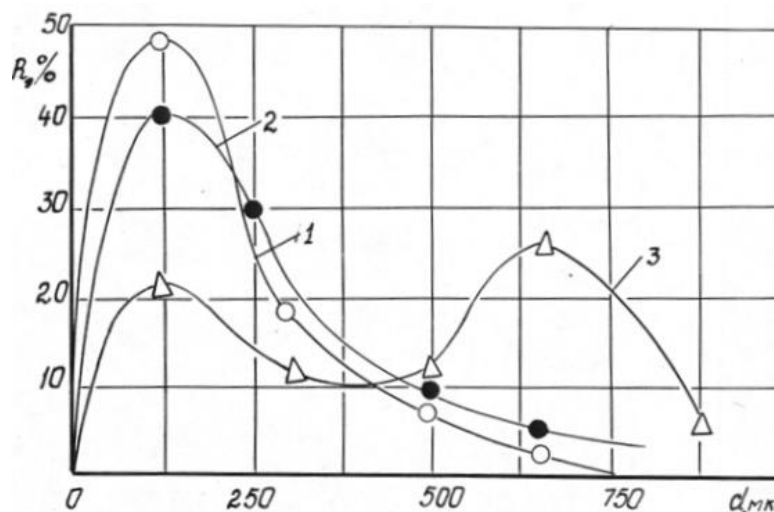
Анализ результатов показал, что в целом, для лучших режимов сжигания ВВУС на данном этапе испытаний было достигнуто КПД котла брутто  $\eta = 89,5\%$ , что на  $\approx 2,2\%$  ниже этого показателя на угле. Дальнейшего повышения эффективности сжигания ВУС можно достичь путем оптимизации конструкции горелочных устройств и режимов распыла суспензии.

Исходя из концепции диффузионного горения, эффективность сжигания может быть повышена путем достижения высокой дисперсности и сжигания размеров капель ВУС.

Частицы уноса ВУС представлены преимущественно в виде агломерированных частичек, имеющих в среднем размеры в 2-4 раза превышающие таковые для золовых частиц при сжигании угля. Было установлено наличие определенной связи между интенсивностью процесса агломерации и режимными факторами распыливания и закономерностью исходного грансостава частиц ВУС.

Были получены характерные закономерности распределения частиц уносов при сжигании ВУС и угля в различных режимных условиях. Анализ полученных данных показал, что исходное «одногорбое» распределение капель ВУС меняет свою структуру в диапазоне размеров частиц золы 500-800 мкм с появлением второго «пика» крупных частиц (рисунок 1). И если принять за основу существующее представление о гетерогенном горении частиц угля, то следовало бы ожидать резкого увеличения мехнедожога топлива в объеме одной и той же топочной камеры. Результаты опытов по сжиганию ВУС свидетельствуют о сравнительно низких темпах прироста недожога, и, следовательно, о появлении при сжигании ВУС нового физического эффекта, способствующего интенсификации процесса реагирования топлива. Поэтому одностороннее повышение параметров распыливающего агента и подачи ВУС без учета специфических физико-химических закономерностей, сопровождающих выгорание суспензии, может значительно повысить энергоёмкость технологии прямого сжигания этого вида топлива.

Технология сжигания подобна мазуту и при переводе теплогенерирующих установок на ВУС не требует существенных изменений конструкций теплоагрегата.



1 – характер распределения размеров капель, 2 – фракционный состав уносов при сжигании угля, 3- фракционный состав уносов при сжигании ВУС

Рисунок 1 –Характер распределения размеров капель при распылении ВУС и фракционного состава золы уносов

Использование водоугольного топлива при производстве тепловой и электроэнергии целесообразно и может принести значительный экономический эффект при условии дальнейших фундаментальных исследований.

#### Библиографический список

1. Ермолаев, А. М. Водоугольное топливо – топливо будущего / А. М. Ермолаев, Е. Ш. Манина // ТЭК и ресурсы Кузбасса. – 2010. – № 6.
2. Сыродой, С. В. Термическая подготовка и зажигание частиц водоугольного топлива применительно к топкам котельных агрегатов [Текст] : Диссер-тация / Сыродой С. В ; Томск. – 2014.
3. Ходаков, Г. С. Производство и трубопроводное транспортирование суспензионного водо-угольного топлива / Г. С. Ходаков, Е. Г. Горлов, Г. С. Головин // Химия твердого топлива. – 2006. –№ 4. – С. 22–39.
4. Круть, А. А. Водоугольное топливо / А. А. Круть. – Москва: Мысль, 2002. – 169 с.;
5. Мурко, В. И. Физико-технические свойства водоугольного топлива / В. И. Мурко. – Кемерово: ГУ КузГТУ, 2009. – 195 с.

## **ПЫЛЕУГОЛЬНЫЕ ГОРЕЛКИ ДЛЯ СЖИГАНИЯ ВОДОУГОЛЬНОГО ТОПЛИВА**

**Карбач Ю.С.**

**Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Михайличенко Т.А.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк, e-mail: julika1111@mail.ru*

На данный момент одной из актуальных проблем топливно-энергетического комплекса России является совершенствование топливно-энергетического баланса. Одним из путей развития энергетической отрасли является поиск новых технологий получения и сжигания традиционного угольного топлива.

Ключевые слова: водоугольное топливо, сжигание ВУТ, горение, пылеугольные горелки, форсунки.

Все чаще возникает вопрос о расширении использования альтернативных возобновляемых нетрадиционных источников энергии – но все это перспективные источники, а в практическом плане необходимо сосредоточиться на традиционных источниках и, в первую очередь, на полномасштабном возвращении в энергетику угля, применяя новые технологии для его сжигания, позволяющие использовать достоинства угля и свести к минимуму сложности его применения. Одним из вариантов решения этой проблемы может быть переход на водоугольное топливо (ВУТ), внедрение которого уже становится основой эффективной замены дорогостоящих дефицитных экологически чистых природных энергоносителей (природный газ) на многих ТЭЦ и ГРЭС с минимальными капитальными затратами и с сохранением на требуемом уровне вредных выбросов в атмосферу. При применении ВУТ одним из наиболее важных и проблематичных процессов является процесс его сжигания.

Для проведения экспериментов были использованы форсунки V-образного типа. Для обеспечения устойчивости горения ВУТ в одной из горелок нижнего яруса установлены завихрители первичного и вторичного потоков. Для размещения форсунок ВУТ определен нижний уровень пылеугольных горелок, при этом с тыла котла форсунки ВУТ устанавливаются вместо верхних пылевых каналов, а с фронта котла вместо нижних пылевых каналов.

Существующие пылеугольные горелки представляют собой воздушный канал размером на выходе по высоте 610 мм и по ширине 390 мм, в который встроены два плоских горизонтальных канала аэросмеси (в верхней и нижней части воздушного канала). В центральной части канала размещается труба (диаметром 108 мм) коксового газа. Максимальный расход коксового газа 2000 м<sup>3</sup>/ч. Реконструкция горелки для сжигания ВУТ осуществлялась с

применением известных в настоящее время результатов по сжиганию ВУТ на крупных котлоагрегатах, а также на основе модельных исследований, проведенных в рамках работы по разработке комплексного горелочного устройства, способного работать на ВУТ и угле, с системой розжига на мазуте. Конструкция горелочного устройства для сжигания ВУТ предполагает замену выходной части горелки, куда встраивается завихритель с параметром крутки  $\Omega=1,7$ . Завихритель занимает половину сечения существующей горелки и располагается в верхней (с тыла котла) и нижней части горелки (с фронта котла) со смещением оси канала к стенке горелки. Целью смещения является обеспечение размещения трубы коксового газа и некоторое удаление потока ВУТ от близлежащей стенки котла. Необходимо смещение трубы коксового газа по горизонтали в сторону, противоположную смещению канала ВУТ. Центральное размещение трубы коксового газа, может привести к полному гашению крутки воздушного потока горелки ВУТ и значительному увеличению его сопротивления, что может заметно уменьшить количество воздуха через канал и резко ухудшить смешение воздуха с ВУТ. Таким образом, предварительно изготовленный завихритель устанавливается в выходной части горелки, труба коксового газа пропускается через свободную от лопаток часть завихрителя. Заменяется также задняя крышка горелки, через которую пропускаются трубы форсунок ВУТ и коксового газа. Для обслуживания форсунок ВУТ необходимо по месту установить площадки обслуживания. Как показывают расчеты (таблица 1), через горелку возможно пропустить около 80 % необходимого для горения воздуха, остальная часть воздуха должна подаваться через неработающие горелки. Наличие на каждом из каналов горелки регулирующего шиберов позволит при наладке определить оптимальное положение шиберов на неработающих горелках. Очень существенным недостатком реконструируемого котла является наличие больших присосов в топочную камеру – 23% при номинальной нагрузке (130т/ч), которые растут с уменьшением нагрузки и могут достигать при  $D=0,8D_{\text{ном}}$  30%. Газовый тракт способен пропустить полученное количество дымовых газов при реально существующих присосах в топку и по газовому тракту, однако большие присосы в топочную камеру способствуют снижению максимальной температуры факела, уменьшают количество организованного воздуха, подаваемого через горелки, что может стать серьезной причиной ухудшения воспламенения и выгорания ВУТ. Кроме того, необходимо снизить общую величину присосов в топочную камеру, что благотворно скажется на работе топочной камеры и при сжигании традиционного топлива. Особое внимание следует обратить на нижнюю часть топки (холодную воронку). Как показывают теплогидравлические расчеты, снижение присосов до 10 % увеличивает КПД котла на 1 %, позволяет снизить величину впрыска на 15-16% при сжигании ВУТ и коксового газа. Аналогичные показатели возможны и при сжигании другого топлива.

Таблица 1 – Режимные и конструктивные параметры горелок котла типа «Стерлинг» при работе на ВУТ и коксовом газе при нагрузке 100 т/ч

Наименование, размерность	Обозначение	Способ определения	Величина
Теплота сгорания топлива, ккал/кг, ккал/нм <sup>3</sup>	$Q_p^n$	Определена	ВУТ – 3350 Газ – 4276
Расчетный расход топлива на котел, кг/ч (нм <sup>3</sup> /ч)	$V_p$	Тепловой расчет	ВУТ – 19630 Газ – 2000
Теоретический расход воздуха, нм <sup>3</sup> /нм <sup>3</sup> , нм <sup>3</sup> /кг	$V_0$	Тепловой расчет	4,09
Температура горячего воздуха перед горелками, °С	$t_r$	Тепловой расчет	265
Избыток воздуха перед горелками	$\alpha_r$	Задано	1,1
Количество горелок, шт.	$n_r$	Задано	4
Сечение канала ВУТ, м <sup>2</sup>	$F_{ВУТ}$	$\frac{\pi}{4}(D^2 - d^2)$	0,048
Сечение пылеугольного канала по внешнему контуру, м <sup>2</sup>	$F_{пл}$	Задано	0,033
Проходное сечение горелки по воздуху, м <sup>2</sup>	$F_{возд}$	$F_{ВУТ} + \frac{F_r}{2} - F_{пл} - \frac{F_{кг}}{2}$	0,129
Проходное сечение горелки по воздуху до реконструкции, м <sup>2</sup>	$F_r$	$F_r - 2 F_{пл} - F_{кг}$	0,163
Средняя скорость воздуха на выходе из горелки, при условии пропускания всего необходимого воздуха через эту горелку, м/с	$W_1$	$\frac{\sum V_{ге}}{F_r}$	95
Средняя скорость воздуха на выходе из горелки до реконструкции, при условии пропускания всего необходимого воздуха через эту горелку, м/с	$W_1$	$\frac{\sum V_{ге}}{F_r}$	75

Как видно из расчета, пропустить весь воздух через горелку невозможно. В связи с этим недостающая часть воздуха подавалась через неработающие горелки. Таким же образом необходимо поступать и при сжигании ВУТ. Как показывают замеры сопротивления воздухоподогревателя, через горелку можно обеспечить скорость на уровне от 35 м/с до 40 м/с, то есть обеспечить избыток воздуха на уровне  $\alpha_r = 0,8$ . Остальной воздух необходимо подать через неработающие горелки. Необходимое перераспределение воздуха по каналам горелки должно быть достигнуто при наладке. Общий расход воздуха через вентилятор составит  $Q = 99347 \text{ м}^3/\text{ч}$  при 30 °С, поэтому количество работающих вентиляторов также должно быть определено при наладке.

#### Библиографический список

1. Ермолаев, А. М. Водоугольное топливо – топливо будущего / А. М. Ермолаев, Е. Ш. Манина // ТЭК и ресурсы Кузбасса. – 2010. – № 6.

2. Сыродой, С. В. Термическая подготовка и зажигание частиц водоугольного топлива применительно к топкам котельных агрегатов : Диссертация / Сыродой С. В ; Томск. – 2014.

3. Ходаков, Г. С. Производство и трубопроводное транспортирование суспензионного водо-угольного топлива / Г. С. Ходаков, Е. Г. Горлов, Г. С. Головин // Химия твердого топлива. – 2006. – № 4. – С. 22–39.

4. Круть, А. А. Водоугольное топливо / А. А. Круть. – Москва: Мысль, 2002. – 169 с.

5. Мурко, В. И. Физико-технические свойства водоугольного топлива / В. И. Мурко. – Кемерово: ГУ КузГТУ, 2009. – 195 с.

УДК 622. 272.002.5

## **ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОГРАММЫ УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ В ФИНЛЯНДИИ**

**Кириляк М.В.**

**Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Михайличенко Т.А.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк, e-mail: mkirilyak16@mail.ru*

Одной из актуальных экологических проблем в любой стране являются проблемы подкисления почвы и потепления атмосферы из-за воздействия природных видов топлива. Эти проблемы признаны международными, и их решением вместе с другими странами Европейского союза активно занимается Финляндия. Экологический подход к окружающей среде является главной чертой финского менталитета. Жители Хельсинки, Суоми очень бережно относятся к окружающей среде. Финляндия переходит на альтернативные технологии производства энергии быстрее, чем другие страны Европы и мира в целом.

Ключевые слова: Финляндия, заводы переработки отходов, биотопливо, защита окружающей среды, фермерское хозяйство.

В 2002 году на Нью-Йоркском экономическом форуме из 142 стран Финляндия заняла первое место по отношению в стране к решению экологических проблем. При определении индекса экологической устойчивости учитывались плотность населения, количество горных выработок, нефтедобывающих установок, работа эко-кризисных служб. Однако из 100 баллов Финляндия заработала 73,7. Для сравнения Россия заняла лишь 74-е место, Италия 86-е, Великобритания-98-е, Южная Корея -136-е, США-51-е. Последнее место в списке досталось Объединенным Арабским Эмиратам. Финляндия занимает первое место в мире по экологическим показателям окружающей среды во многих международных исследованиях (среди них данные Йельского университета – одного из самых престижных университетов мира).



Хельсинкская водопроводная вода признана экспертами самой чистой в мире. Она подается по самому длинному в мире (124 км) туннелю, вырубленному в скалах. Очистные сооружения Хельсинки обрабатывают 330 тыс. кубометров сточных вод в сутки. Высокие показатели туризма в Финляндии во многом обязаны именно чистоте воздуха и водоемов. Допустимый уровень выбросов для Финляндии – 71,5 млн тонн углекислого газа в год. На 2008-2012 гг. запланирован выброс 357 млн. тонн парниковых газов (хотя в 2003 году выбросы парниковых газов составляли - 88,5 млн. тонн)[1].

В настоящий момент в Финляндии действуют девять мусоросжигательных заводов, генерирующих энергию, их суммарная пропускная способность - 1,5 млн. тонн отходов. Самый мощный финский мусоросжигательный завод расположен в Вантаа. Он сжигает 320 тыс. тонн отходов ежегодно, покрывая половину потребности города в тепле и треть потребления электричества [2].

К 2021 году в строй введут еще один завод по производству энергии из отходов. Кроме того, примерно 20 обычных финских электростанций получили лицензию на сжигание топлива, полученного из отходов.

Вероятно, финнам придется активнее загружать мусоросжигательные мощности: после того, как в январе 2018 года Китай запретил импорт большей части пластиковых и бумажных отходов, европейские страны остались наедине со своим мусором.

Часть отходов Финляндия отправляет к соседям: зимой, когда из-за наплыва туристов население лапландских курортов увеличивается в пять раз, муниципалитеты вывозят мусор для сжигания в Швецию.

Генерация энергии путем сжигания отходов может быть эффективной только при условии раздельного сбора мусора, уверен финский менеджер по проектам Valmet Кари Купийайнен. Если сжигать отходы без сортировки, КПД будет низким и останется много шлака. Предварительная сортировка повышает эффективность мусоросжигательных заводов и сокращает расходы на захоронение шлака.

Процесс сортировки и сжигания отходов корреспондент Recycle изучил в городке Рийхимяки, где расположен мусоросжигательный комплекс энергетической компании Fortum.

На площадке в Рийхимяки работают установка высокотемпературного сжигания для удаления опасных отходов, установки физико-химической очистки для удаления кислот, две мусоросжигательные установки, на которых производится электрическая и тепловая энергия для потребителей в Рийхимяки, и установка для переработки пластика в сырье для промышленности.

Завод Fortum собирает весь пластик Финляндии, механически сортирует его, после чего три четверти перерабатывает, а остальное сжигает, получая энергию.

Из мусора (370 тыс. тонн) получается биогаз, биобензин и биодизель – эко-заводы по их производству уже работают. Производители биотоплива освобождены от налога на окружающую среду, что делает производство

очень выгодным. На сегодня 35 % энергии страны – экологически чистая: дома и производственные котельные отапливаются с помощью древесных «пеллет» (финское ноу-хау), жителей страны специальной программой поощряют на приобретение автомобилей, использующих этанол вместо бензина, а сухогрузы предпочитают дизелю талловое масло (тоже финское изобретение).

Сухой остаток после выделения газа используется в качестве удобрения. Еще одна технология - газификация отходов, когда из бытового мусора в условиях высоких температур и давления выделяют синтез-газ. Синтез-газ используется в химической промышленности и служит для получения тепла и электроэнергии.

К 2030 году уголь больше не будет использоваться для получения энергии, а использование нефтепродуктов сократится вдвое. Во всех отраслях будут применены меры по сокращению выбросов парниковых газов максимально экономным способом. Инициативы по уменьшению эмиссии углерода предоставляют хорошие возможности для применения новых технологий и экологически эффективных решений.

В целом в стране работает экономика замкнутого цикла, когда большая часть вторсырья и отходов перерабатывается и снова используется в производстве [3].

Несмотря на сложные климатические условия, Финляндия добивается также значительных успехов в сельском хозяйстве, что позволяет ей осваивать новые территории и адаптировать их под аграрные нужды, причем эта сфера деятельности Финляндии славится гарантией и качеством.

В Финляндии насчитывается около 70 тысяч фермерских хозяйств, из них 85 % занимают площадь до 50 гектаров. Крупными считаются хозяйства площадью не менее 76 гектаров. Надо отметить, что страна вынуждена завозить зерно пшеницы. Кроме ржи, овса, ячменя возделываются кормовые травы.

Финляндия выращивает много рапса, поэтому масло идет на производство отличного маргарина, а также применяется в мыловаренном производстве и полиграфии. В последнее время в связи с тенденциями роста цен на ископаемое топливо и проблемами окружающей среды, увеличился спрос на рапс для производства жидкого топлива-биодизель для тракторов.

На зеленые виды топлива делает ставку и финский нефтяной концерн NesteOil, но рассчитывает на животные жиры. Недалеко от небольшого финского городка Порвоо этот концерн построил крупнейший в Северной Европе нефтеперерабатывающий завод. Здесь не только подвергаются переработке нефть, но также используются природные жиры: тысячи тонн отходов скотобоев и миллионы литров растительного масла. Из всего этого финны получают топливо такого качества, что и нынешние автомобильные моторы могут им заправляться на 100 %. В настоящее время компания NesteOil производит в год 2 миллиона тонн зеленого дизеля и – для сравнения – 15 миллионов тонн дизельного топлива из нефти. Производимое зеленое топливо позволяет сократить такое количество выбросов CO<sub>2</sub> в год, которое произво-

дят 1,4 миллиона автомобилей.

Свыше 60 % лесных площадей принадлежит фермерам, и они за счет заготовки леса имеют довольно высокие доходы. В развитии животноводства главное место принадлежит коневодству, молочному скотоводству и разведению оленей. В Финляндии около 60 000 лошадей, из них примерно половина – универсальная финская порода. Ее используют как тягловую рабочую силу, для конноспортивных состязаний и в туристических деревнях. Работая на экологически чистой пашне, фермеры применяют, главным образом, органические удобрения и обязаны строго соблюдать регламент применения агрохимикатов. Строгий ветеринарный контроль осуществляется на птицефабриках и свиноводческих предприятиях. Перед тем, как туда войти, все надевают белые халаты и одноразовые бахилы.

Каждое животное имеет свой биометрический паспорт и навигатор, прикрепленный к каждой корове, все компьютеризировано. Необходимая информация о состоянии ферм и животных поступает в специальный центр в Хельсинки, где отслеживается по специальным компьютерным программам, используемых в ветеринарии и селекционной работе. Это касается и свиноводческих хозяйств.

Банки выдают кредиты под невысокий процент, и фермеры могут закупить самое современное оборудование [4].

В целом экологическая обстановка в Финляндии является благоприятной и стабильной, за исключением некоторых локальных очагов. Решение экологических проблем в Финляндии считается приоритетным направлением внутренней политики государства, и на это выделяются средства. Стоит отметить комплексный подход, который включает в себя создание новых технологических процессов, применение современного оборудования, ужесточение законодательной составляющей в области охраны природы. Такой современной подход обязательно должен дать положительные результаты, и они уже видны.

#### Библиографический список

1. Финляндская Республика. Экономический анализ [Электронный ресурс].:сайт.–Режим доступа: [https://finlyandskaya\\_respublika\\_konomich\\_eskij\\_analiz/](https://finlyandskaya_respublika_konomich_eskij_analiz/), свободный (дата обращения: 28.12.2017).
2. Алексеев А.А., Карлик А.Е., Махатадзе Л.П. Развитие региональной системы управления отходами: опыт проекта SE500/А.А. Алексеев, А.Е. Карлик, Л.П. Махатадзе // Экономика и управление.- 2013.- № 4 (90). - С. - 12–18.
3. Как устроены отдельный сбор и переработка мусора в Финляндии [Электронный ресурс].: сайт. – Режим доступа:<https://recyclemag.ru/pererabotka-musora-finlyandii/>, свободный (дата обращения: 14.03.2019).
4. Экономика и сельское хозяйство Финляндии[Электронный ресурс].: сайт. –Режим доступа: <http://svetich.info/publikacii/opyt-mirovogo-zemledelija/yeconomika-i-selskoe-hozjaistvo-finljand.html/>, свободный (дата обращения: 28.12.2019).

## **ПЕРСПЕКТИВЫ И ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ЭКОЛОГИИ АВТОТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСА В РОССИИ И КУЗБАССЕ**

**Масленникова Т.А.**

**Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Михайличенко Т.А.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк, e-mail: tanja\_19.96@mail.ru*

В данной статье рассмотрены проблемы воздействия автотранспорта на человека и окружающую среду (ОС). Проанализированы факторы, создание экологически чистых автомобилей, разработаны пути решения к уменьшению загрязнения окружающей среды.

Ключевые слова: автомобиль, атмосферный воздух, выхлопные газы, экологическая безопасность, экологически чистое топливо.

Одной из острых экологических проблем настоящего времени является загрязнение атмосферного воздуха. В больших городах основным источником загрязнения атмосферного воздуха является автотранспорт. Отходящие газы двигателей представляют собой сложную смесь из более двухсот компонентов, в том числе канцерогенов. Вредные вещества поступают в воздух практически в зоне дыхания человека, поэтому автомобильный транспорт следует отнести к наиболее опасным источникам загрязнения. В настоящее время мировой автомобильный парк превысил 600 млн. единиц, из которых от 83% до 85% приходится на легковые автомобили.

Мировой ежегодный выброс вредных веществ от автомобилей составляет 50 млн. тонн углеводородов, 200 млн. тонн оксида углерода и 20 млн. тонн оксидов азота. Во многих городах мира концентрации вредных веществ в воздухе, создаваемые выбросами автотранспорта, превышают стандарты качества атмосферного воздуха.

В России выбросы автотранспорта преобладают над выбросами от стационарных источников, и уровень загрязнения воздуха превышает нормативы предельно допустимых концентраций. В связи с этим проблема снижения негативного воздействия автотранспорта на здоровье людей, воздушный и водный бассейны, растительный и животный мир, почвы весьма актуальна.

Автомобильный парк, являющийся основным источником загрязнения окружающей среды, сосредоточен, в основном, в городах. Если в среднем в мире на 1 км<sup>2</sup> территории приходится пять автомобилей, то плотность их в крупнейших городах развитых стран в 200-300 раз выше.

*1 Перспективы развития экологии автомобильного транспорта.*

В области экологии автомобильного транспорта все более актуальной становится проблема выработки единой государственной экологической политики, направленной на существенное и устойчивое снижение в период до

2010 года уровня негативного воздействия автомобильного транспорта на окружающую среду и здоровье населения и приведения его в соответствие с достигнутым в большинстве европейских стран. Такая политика должна предусматривать решение следующих основных задач:

- формирование законодательной базы для осуществления государственной политики в области повышения экологической безопасности автомобильного транспорта;
- совершенствование структуры государственного управления экологической безопасностью автомобильного транспорта;
- осуществление первоочередных мер, направленных на повышение экологической безопасности автомобильного транспорта, включая:
  - повышение экологической безопасности автотранспортных средств;
  - повышение комфортных показателей автотранспортных средств в целях улучшения условий труда водителей и качества перевозок пассажиров;
  - улучшение качества традиционных моторных топлив, расширение применения альтернативных моторных топлив и источников энергии;
  - повышение экологической безопасности объектов инфраструктуры автомобильного транспорта;
  - организация вторичной переработки и утилизации отходов автотранспортной деятельности;
  - повышение экологической безопасности автомобильных дорог.

Законодательство Российской Федерации в области обеспечения экологической безопасности автомобильного транспорта основывается на Конституции Российской Федерации, Законе РСФСР "Об охране окружающей природной среды", Законе Российской Федерации "Об охране атмосферного воздуха", Законе Российской Федерации "О санитарноэпидемиологическом благополучии населения". Основными принципами обеспечения экологической безопасности автомобильного транспорта являются: приоритет обеспечения экологической безопасности при формировании государственной транспортной политики; обеспечение благоприятных экологических условий для жизни, труда и отдыха человека; обязательность государственного регулирования деятельности в области обеспечения экологической безопасности автомобильного транспорта при его производстве, эксплуатации и утилизации отходов автомобилей и используемых технических материалов; научная обоснованность принимаемых решений в области обеспечения экологической безопасности автомобильного транспорта. К полномочиям органов государственной власти Российской Федерации в области обеспечения экологической безопасности автомобильного транспорта относятся: формирование и проведение единой государственной политики в области обеспечения экологической безопасности автомобильного транспорта; разработка и обеспечение реализации федеральных целевых программ в области обеспечения экологической безопасности автомобильного транспорта; принятие федеральных законов, иных нормативных правовых актов, направленных на стимули-

рование производства и эксплуатации автотранспортных средств, производства и использования моторного топлива и используемых технических материалов с улучшенными экологическими характеристиками, в том числе установление налоговых и иных льгот юридическим и физическим лицам, осуществляющим деятельность в области обеспечения экологической безопасности автомобильного транспорта, сбора и обработки отходов автомобильного транспорта, а также использование альтернативных видов топлива, в том числе природного газа; установление общего порядка и принципов ограничений движения автотранспортных средств в целях обеспечения экологической безопасности автомобильного транспорта.

### *2 Совершенствование экологически чистого топлива.*

В Бельгии открылась заправка с экологически чистым топливом. В столице Бельгии городе Брюсселе открылась первая автозаправка с экологически чистым топливом - биоэтанолом E85. Биоэтанол E85 представляет собой смесь, состоящую на 15 % из бензина и на 85 % из топливной жидкости, которая производится из биомассы, свеклы или злаковых. В Европе экологически чистые автозаправки с биоэтанолом действуют в Швеции и Нидерландах. Кроме того, автоконцерны Вольво, Сааб и Форд уже выпускают автомобили, которые могут работать как на обычном бензине, так и на биоэтаноле.

Согласно директиве ЕС, к 2010 году 5,75% от общего объема продаваемого в странах-членах этой региональной организации топлива должно иметь биологическую основу. В ближайшее время бельгийская компания, которая занимается производством Биоэтанола E85, намерена открыть в Брюсселе еще три таких заправочных пункта.

*Содержание основных токсичных веществ в отработавших газах бензиновых двигателей.* Оксид углерода до 0,1%, углеводороды до 0,03%, оксиды азота до 0,5%, альдегиды 0,03%, сажа до 0,04 г/м<sup>3</sup>, бенз(а)пирен до 20 мкг / м, диоксид серы 0,008%

*Содержание токсичных компонентов в отработавших газах дизеля.* Оксид углерода 0,2 %, углеводороды 0,01 %, оксид азота 0,25 %, альдегиды 0,002 % ,сажа от 0.01 до 1.1 г/м<sup>3</sup> ,бенз(а)пирен до 10 мкг / м, диоксид серы 0,03 %.

### *3 Создание экологически чистых автомобилей.*

Производство автомобилей на экологически чистом топливе достигло своего апогея. Буквально все автомобильные гиганты соревнуются между собой, производя новинки экологически чистых моделей. Даже известный корейский концерн Hyundai представил альтернативу своим карбюраторным предшественникам, выпустив авто с электрическим двигателем Hyundai i10 Electric. Основные запчасти Hyundai с электромотором не отличаются от запчастей своих предшественников. Главным отличием является электродвигатель мощностью 49 кВт, работа двигателя происходит от литий-ион-полимерных батарей. Максимальная скорость автомобиля - 130 км в час. Заряда батарей хватает на то, чтобы проехать на автокаре расстояние до 160

км, а подзарядка займет около 5 часов

Еще одна корейская фирма Kia стремится не отстать от своих корейских собратьев и выпустить экологически чистые авто. Пока же сами машины Kia и запчасти Kia не несут существенных изменений.

Никакие автомобили на аккумуляторах и альтернативных источниках топлива не сравнятся с машиной, заправляемой сжатым воздухом. Электрооборудование, применяемое на экологически чистых автомобилях, стоит дорого, соответственно, цена на такие автомобили баснословная. Если рассмотреть принцип работы любого двигателя внутреннего сгорания, то нагретый воздух с силой давит на поршни, за счет чего автомобиль и едет. Если взять специальный топливный бачок с утолщенными стенками и заполнить его сжатым воздухом, то потребность в топливе сразу отпадет. По такому принципу и созданы самые экологически чистые авто в мире - Tata Air Car и MDI MiniCAT. Конечно, работы над усовершенствованием этих автомобилей продолжаются, так как скорость авто не превышает 40 км в час, запаса воздуха в баке хватает на расстояние до одного км.

Пока автомобили, заправленные сжатым воздухом, являются только сказочным явлением, продолжается изготовление экологически чистых автомобилей на альтернативных источниках питания. Так, самой экологически чистой маркой автомобиля была признана английская марка Mini, второе место по уровню выброса загрязняющих средств в атмосферу занимает итальянская автомобильная марка Fiat.

На основании вышеизложенного можно отметить следующие пути решения проблемы, связанной с использованием автотранспорта.

1. Исследование атмосферного воздуха вдоль оживленных автомагистралей.
2. Проведение среди автолюбителей просветительской работы, направленной на сохранение окружающей среды.
3. Рациональная организация движения транспорта по улицам города. Построение автомагистралей в обход городов.
4. Контроль и регулирование автомобилей по токсичности и дымности отработавших газов.
5. Перевод автотранспорта с дизельных двигателей на экологически чистые виды топлива.
6. Создание электромобилей

#### Библиографический список

1. Чумакова А.Ю., Дубовой А.Н. Влияние автомобильного транспорта на безопасность окружающей среды / А.Ю. Чумакова, А.Н. Дубовой // Студенческий: электрон. научн. журн. – 2017. – №12. – 30 с.
2. Абузярова Ю.В., Чикенева И.В., Колесников П.В. Загрязнение придорожной зоны выбросами автотранспорта на примере Оренбургской области /

Ю. В. Абузярова, И. В. Чикенева, П. В. Колесников // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2012. – №3. – С. 233-236.

3. Владимиров С.Н. Экологическая проблема: автомобиль - город - человек / С. Н. Владимиров // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. – 2005. – №11. – С. 81-83.

4. М.В. Волкодаева, В. Ф. Хватов. Влияние технических нормативов выбросов автотранспорта на качество атмосферного воздуха / М. В. Волкодаева, В. Ф. Хватов // Двигателестроение. –2008. –№1. – С.41-45.

5. Живодеров А.А., Горбич Л.Г. Исследование распространения в атмосфере оксида углерода и диоксида азота, выделяющихся при работе автомобильных двигателей / А.А. Живодеров, Л.Г. Горбич // Экологические системы и приборы. – 2012. – №1. – С.7– 11.

6. Корнюшин В.М. Газ – топливо, ухудшающее экологию / В. М. Корнюшин // Автомобильная промышленность. – 2007. – №9. – С. 11-12.

7. Семина И.А., Фоломейкина Л. Н. Воздействие автомобильного транспорта на окружающую среду: / И. А. Семина, Л. Н. Фоломейкина // Экологические системы и приборы. – 2003.– №7. – С.25-28.

УДК 658.567.1:678.065

## **ВЛИЯНИЕ АВТОТРАНСПОРТА НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ**

**Наливайко О.С.**

**Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Михайличенко Т.А.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк, e-mail: olesya96.6@mail.ru*

В данной статье рассмотрены проблемы влияния автотранспорта на окружающую среду и варианты обеспечения экологически устойчивого развития экологической безопасности автомобильного транспорта.

Ключевые слова: экология, автомобильный транспорт, выхлопы, парниковые газы, загрязнение, окружающая среда.

Воздействие автомобильного транспорта на окружающую среду очень значительно, поскольку транспорт выступает в качестве основного потребителя энергии и сжигает большую часть мировой нефти. В транспортном секторе именно автомобильный транспорт является главной причиной глобального потепления.

Другие экологические последствия эксплуатации автомобильного транспорта включают пробки на дорогах и автомобильное разрастание городов, которые могут занимать естественную среду обитания и сельскохозяйственные угодья. Снижение автомобильных выбросов во всем мире будет



иметь значительное положительное влияние на качество воздуха, на снижение кислотных дождей, смога, изменение климата.

Воздействие автомобильных выхлопов на здоровье человека также вызывает беспокойство. Оксиды углерода и азота, углеводороды, соединения, содержащие серу, - это тот опасный «коктейль», который мы употребляем каждый день на улицах нашего города. Вреден для человека и автомобильный шум - он влияет не только на слух, но и на развитие гипертонии, язвы желудка и диабета.

Загрязнение автомобильным транспортом приводит к появлению краткосрочных и долгосрочных эффектов на окружающую среду. Вследствие автомобильных выхлопов выделяется широкий спектр газов и твердых веществ, воздействие которых приводит к интенсификации процесса глобального потепления, выпадению кислотных дождей. Шум двигателя и разливы топлива также приводят к загрязнению.

Загрязнение автомобильным транспортом оказывает воздействие по нескольким направлениям:

- глобальное потепление;
- загрязнение воздуха, воды и почвы;
- влияние на человеческое здоровье.

Во время эксплуатации автомобиля с двигателями внутреннего сгорания источниками выбросов вредных веществ являются: отработанные газы; картерные газы; испарения из систем питания; неконтролируемый разлив на грунт эксплуатационных материалов. В отработанных газах автомобилей находится большое количество свинца, который вместе с солями других металлов попадает в почву, в поверхностные и грунтовые воды и поглощается растениями, которые затем использует и потребляет человек.

Выхлоп из автомобилей содержит различные парниковые газы, такие как монооксид углерода и оксид азота. Эти газы обладают способностью блокировать солнечные лучи, которые отражаются от поверхности Земли. Эта солнечная энергия попадает в атмосферу Земли и вызывает отклонения в температуре. Это один из основных факторов глобального потепления. Используя сложные климатические модели, Межправительственная группа экспертов по изменению климата прогнозирует, что глобальная средняя температура поверхности поднимется от 1,4 °C до 5,8 °C к концу 2100 года.

Вредное воздействие глобального потепления на окружающую среду проявляется в таких негативных последствиях как опустынивание, увеличение таяния снега и льда, повышение уровня моря, сильные штормы и экстремальные природные явления. Большинство автомобилей изготавливаются для обеспечения идеального сжигания топлива, но через некоторое время, когда автомобиль подвергается износу, двигатель не может эффективно функционировать, что приводит к выбросу токсичных веществ. Эти загрязнители вредны для живых существ и вызывают множество заболеваний органов ды-

хания и рака легких у людей. Токсичные газы могут также разрушать растения, которые являются важной составляющей экологического цикла.

Одной из самых больших угроз, которую загрязнение автомобилей создает для окружающей среды, является истощение озонового слоя. Озоновый слой предотвращает попадание вредных ультрафиолетовых (УФ) лучей в нашу атмосферу. УФ-лучи могут вызывать множество заболеваний и изменять генетический состав живых существ. Хотя хлорфторуглероды (ХФУ) были запрещены к использованию в автомобилях, страны, где правила регулирования и контроля менее строгие, все еще используют их.

Загрязняющие вещества автотранспорта, возникающие на дорогах, распространяются через обочины дорог, тротуары, имеющиеся пространства между зелеными насаждениями и домами, расположенными вдоль улицы внутри кварталов и дворов жилого района. Здесь существует сложный механизм формирования биоклиматических и экологических состояний через взаимодействие автотранспортных средств с дорогой и ее инфраструктурами (светофоры, обочины и прочее).

Загрязнение от автомобилей также влияет на качество воды, поскольку диоксид серы и диоксид азота становятся причиной выпадения кислотных дождей. Масло и топливо, просачиваясь из автомобилей, попадает в почву вблизи автомагистралей, а выбросы топлива и твердых частиц из автомобильных выхлопов загрязняют озера, реки и водно-болотные угодья. Масло, которое вытекает из автомобилей из-за утечек, смешивается с ливневой водой и загрязняет водные природные ресурсы.

Обследования, проведенные на протяжении многих лет, показали, что городской сток был одним из крупнейших источников ухудшения качества воды. Подземные резервуары для хранения топлива, на которых размещены заправочные станции, также становятся причиной попадания тысяч тонн загрязняющих веществ в воду из-за утечки. Эти загрязнители влияют на баланс водной среды, поскольку вследствие эвтрофикации происходит быстрое разрастание водорослей, уровень воды падает. Это, в свою очередь, приводит к гибели рыбы и других водных организмов. Кроме того, загрязняющие вещества, которые перемещаются по водоему, по пищевой цепочке попадают в человеческий организм.

Использование автомобилей приводит к возрастанию шумового загрязнения, вследствие которого произошло нарушение экологического цикла, и многие животные испытали в связи с этим проблемы в поведении. Помимо воздействия на окружающую среду, шумовое загрязнение может вызвать ряд заболеваний у людей, таких как высокое кровяное давление и психологический стресс. По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), по воздействию на здоровье человека шум уступает только загрязнению воздуха. Это является основной причиной не только потери слуха, но также болезней сердца, проблем с обучением детей и нарушения сна.

Хотя общепризнано, что один автомобиль не способен вызывать шу-

мовое загрязнение, но в тех случаях, когда люди используют модифицированные глушители для изменения звука своих машин, шум, создаваемый одним транспортным средством, равен уровню, создаваемому сотнями транспортных средств. Кроме того, люди склонны использовать тяжелые стереосистемы, способные создавать оглушительные уровни шума.

Стандартная стереосистема имеет усилители с конфигурацией 5 Вт. Однако динамики, используемые в машинах, имеют усилители мощностью 700 Вт.

Анализируя современный этап развития мирового производства и эксплуатации автомобиля, необходимо сказать, что влияние автомобильного транспорта на загрязнение окружающей среды и на здоровье людей обусловлено тем, что:

–деятельность основной массы автомобильного транспорта сконцентрирована в местах с высоким показателем населения - городах, промышленных центрах;

–вредные выбросы от автомобилей осуществляются в низких, приземных слоях атмосферы, где проходит основная жизнедеятельность человека;

–отработанные газы двигателей автомобилей содержат высококонцентрированные токсичные компоненты, которые являются основными загрязнителями атмосферы.

Наибольший выброс токсичных веществ в отработавших газах автомобилей происходит при неправильно отрегулированном карбюраторе, системе зажигания, форсунках, топливном насосе высокого давления, а также при неисправностях системы выпуска отработавших газов.

При неисправности этих систем и механизмов выделение вредных веществ в отработанных газах увеличивается в несколько раз. При хорошо отрегулированном карбюраторе содержание оксида углерода на всех режимах работы двигателя не превышает предела 0,5–0,2 %, что соответствует норме работы двигателя на средних оборотах, и в то же время при неисправном или неотрегулированном карбюраторе его содержание увеличивается в 2,5–5,0 раз. Вредные выбросы автомобильного транспорта существенно зависят от режима работы двигателя и качества используемого горючего.

Таким образом, повседневная эксплуатация автомобилей заключается в использовании эксплуатационных материалов, нефтепродуктов, природного газа, атмосферного воздуха и сопровождается все это негативными процессами, а именно:

- загрязнением атмосферы;
- загрязнением воды;
- загрязнением земель и почв;
- шумовыми, электромагнитными и вибрационными воздействиями;
- выделением в атмосферу неприятных запахов;
- выбросом токсичных отходов;
- тепловым загрязнением.

Влияние автомобильного транспорта на окружающую среду проявляется:

- во время движения автомобилей;
- при техническом обслуживании;
- при функционировании инфраструктуры, обеспечивающей его действие.

Для обеспечения экологически устойчивого развития экологической безопасности автомобильного транспорта необходимо эффективное использование имеющихся инфраструктур, снижение потребностей на перевозки и готовность перехода к использованию экологически чистых транспортных средств, а при разработке конструкций новой автомобильной техники нужно рассматривать экологические приоритеты автомобиля с учетом его полного жизненного цикла.

#### Библиографический список

1. Ефименко К. М. Загрязнение окружающей среды автотранспортом города Шахты / К. М. Ефименко, О. В. Самоходкина // Приоритетные направления развития образования и науки: материалы III Междунар. науч.–практ. конф. (Чебоксары, 11 нояб. 2017 г.) / редкол.: О. Н. Широков [и др.] — Чебоксары: ЦНС «Интерактив плюс», 2017. — С. 14–19.
2. Корчагин В. А., Филоненко Ю. А. Экологические аспекты автомобильного транспорта. Учебное пособие. – Москва : МНЭПУ, 1997. - 100 с.
3. Федорова А. И., Никольская А. Н. Практикум по экологии и охране окружающей среды. Учебное пособие. - Воронеж, 1997.
4. Якубовский Ю. Б. Автомобильный транспорт и защита окружающей среды. Москва : Транспорт, 1979. - 199 с.
5. Добринский, Е. С. Проблемы энергосбережения и экологии автомобильной техники: по итогам 5-го Международного автомобильного научного форума (МАНФ-2007 ) / Е. С. Добринский, В. А. Сеин //Машиностроитель. - 2008. - № 1. - С.2-6.
6. Донченко, В. В. Нормативное обеспечение оценки технического состояния эксплуатируемых автотранспортных средств по параметрам экологической безопасности / В. В. Донченко, Ю. И. Кунин //Автотранспортное предприятие. - 2008. - № 1. - С.15-20.
7. Голохваст, К.С. Токсическое влияние автомобилей на человека и окружающую среду / К.С. Голохваст, В.В. Чернышёв, Е.Г. Артамонов // Прикладная токсикология. - 2013. - Т. 4, № 2 (10). - С. 28-33.
8. Гухман, Г. Воздействие транспортного комплекса на окружающую среду / Г. Гухман // Энергия. - 1999. - № 11. - С. 42-45.
9. Анфимов В. Автотранспорт и экология городов Израиля : моногр. / В. Анфимов, Е. Гольдман. - Иерусалим, 2012. - 174 с.

## **АНАЛИЗ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ ВЫПЛАВКИ СТАЛИ В ДУГОВОЙ СТАЛЕПЛАВИЛЬНОЙ ПЕЧИ**

**Сафонов С.О.**

**Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Уманский А.А.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк, e-mail: sergey.safonov.1950@mail.ru*

Приведены различные существующие энергосберегающие технологии выплавки стали в дуговой сталеплавильной печи и проведен их анализ.

Ключевые слова: жидкое болото, подогрев лома, отходящие газы, шахтные печи, дожигание газов, топливно-кислородные горелки.

Выплавка стали в ДСП осуществляется за счет того, что в печи металлический лом расплавляется с помощью вводимой в печь энергии: химической теплоты, физической теплоты, электрической. Химическая теплота вводится в печь вместе с материалами (кокс, углерод и кремний лома, кислород окислитель), так и с помощью топливно-кислородных горелок. Физическая теплота присутствует в подогретом ломе, жидком болоте или жидком чугуне. Электрическая энергия в результате горения электрических дуг преобразуется в тепловую энергию. Вся вводимая в печь энергия почти вся преобразуется в физическое тепло стали, шлака, газа, воды и в химическую энергию газов, и тепловые потери. Проанализировав расходные статьи теплового баланса можно наглядно увидеть, то над чем нужно работать с целью улучшения энергоэффективности процесса выплавки стали в ДСП [1].

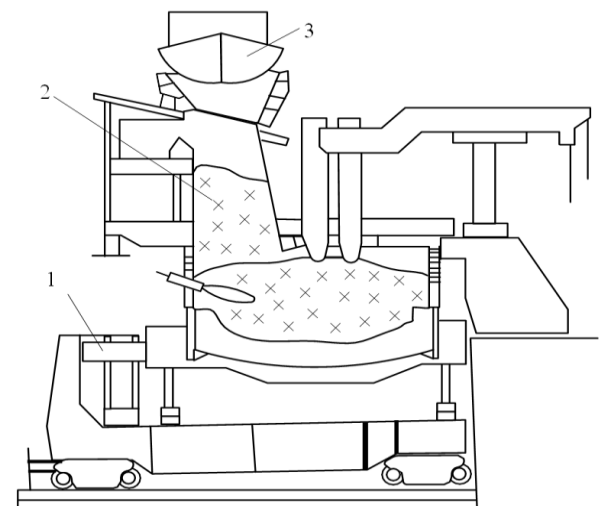
Одним из способов увеличения производительности и энергосбережения является работа на жидком остатке 20% и более от массы плавки. Жидкий старт позволяет ускорить режим проплавления металлического лома за счет физического тепла металлической и шлаковой массы. Процесс наведения шлака при такой технологии начинается значительно раньше, тем самым улучшается теплофизическая составляющая плавки. Эта технология позволяет экономить до 10 % тепловой энергии необходимой для процесса зависимости от массы жидкого болота.

Повышение энергосбережения в ДСП достигают еще с помощью подогрева металлолома на специальных стендах топливом или подогрев лома за счет тепла отходящих из печи газов (шахтные печи, конвейерные печи, стенды нагрева лома).

Подогреватель лома шахтного типа (рисунок 1), располагается над дуговой печью и позволяет дополнительно увеличить степень утилизации тепла отходящих газов, что приводит к экономии электроэнергии на 20 %.

Суть технологии «Consteel» заключается в том, что перед поступлением в печь скрап проходит через участок предварительного подогрева с тун-

нельной печью, где нагревается потоком отходящих газов, движущихся во встречном направлении. В ходе непрерывной загрузки ванна с жидким металлом в ЭДП защищена слоем вспененного шлака, и ее температура – или удельный расход энергии – контролируется. Скрап, поступающий в печь, погружается в жидкий металл (оставшийся от предыдущей плавки), который всегда имеет достаточный объем (рисунок 2) [2].



1 – ДСП; 2 – шахтный подогреватель; 3 – грейфер мостового крана для подачи скрапа

Рисунок 1 – ДСП с шахтным подогревателем лома

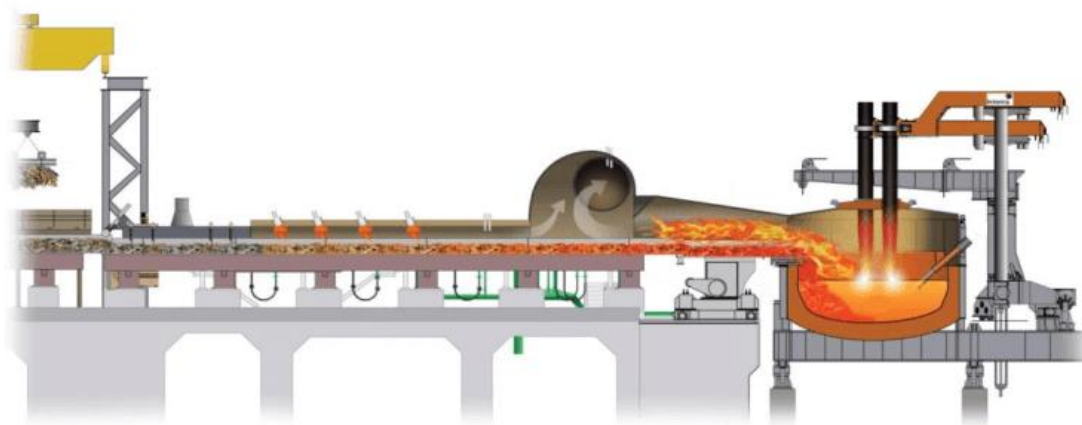


Рисунок 2 – Схема системы Consteel

Использование различных видов «альтернативной» энергии в современных сверхмощных печах неравноценно при учете величины эксплуатационных затрат, влияния на себестоимость выплавляемого металла. Экономическая эффективность применения конкретного вида «альтернативной» энергии при выплавке стали в дуговой печи в значительной степени определяется стоимостью одного кВт\*ч тепловой энергии, усвоенной выплавляемой сталью. Наименьшую стоимость 1 кВт\*ч тепловой энергии, переданной

металлу и шлаку, имеет сжигание природного газа в газокислородных горелках. Тепловая энергия, получаемая при сжигании природного газа, намного ниже стоимости энергии, передаваемой металлу и шлаку дугами. Горелки можно устанавливать на своде печи с заданным направлением (рисунок 3), так и применять во время режима плавления через эркер и рабочее окно печи (рисунок 4) [3].

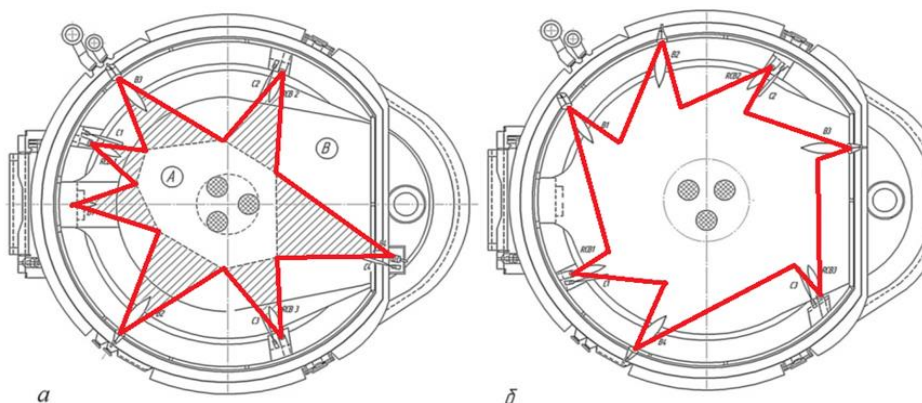


Рисунок 3 – Схема расположения ТСУ на своде печи

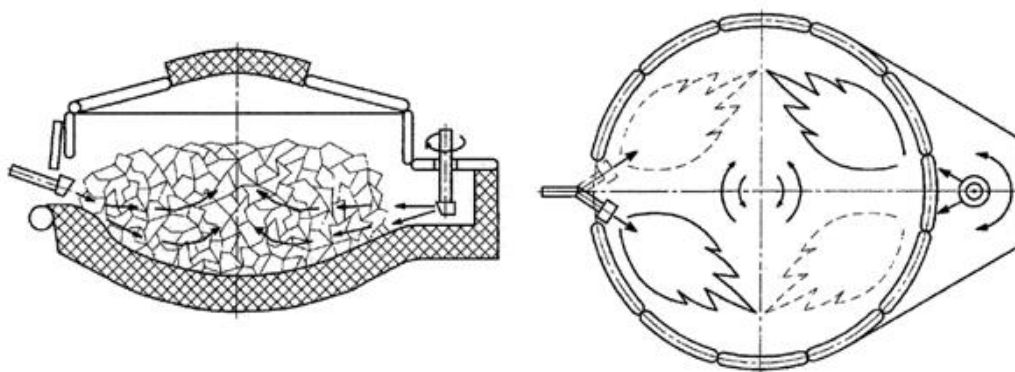


Рисунок 4 – Расположение ТСУ в рабочем окне и эркере

Принципы, на которые опираются все энергосберегающие технологии при выплавки стали в ДСП, базируются на замене большей части электрической энергии, затрачиваемой на процесс выплавки на вводимую из вне тепловую энергию. С экономической точки зрения наиболее целесообразно нагревать металлический лом отходящими из печи высокотемпературными газами.

#### Библиографический список

1. Оборудование и проектирование электрометаллургических цехов [текст] : учебное пособие / И.Д. Рожихина, О.И. Нохрина. – Новокузнецк: Изд. центр СибГИУ, 2016. – 317 с.
2. Сапрыкин А. А. Интенсификация расплавления стали в дуговых печах с использованием газокислородных горелок / А. А. Сапрыкин, П. Н. Соколов // Сборник материалов международных научно-практических кон-

ференций 2018. – С.57 – 63

3. Гудим Ю. А. Рациональные способы интенсификации плавки в современных дуговых сталеплавильных печах / Ю. А. Гудим, И. Ю. Зинуров, А. Д. Киселев, А. М. Шумаков // Вестник Южно – Уральского государственного университета. серия: Metallургия, 2008. С. 10 - 13

УДК 631.45:57.042:57.048(470.314)

## **УТИЛИЗАЦИЯ И ОБРАБОТКА АВТОМОБИЛЬНЫХ ПОКРЫШЕК**

**Ткач С.В.**

**Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Михайличенко Т.А.**

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

В данной статье рассмотрены варианты утилизации и обработки автомобильных шин.

Ключевые слова: утилизация, шины, резина, сжигание, отходы, окружающая среда.

В мире ежегодно появляется до 10 миллионов тонн использованных автопокрышек, что соответствует почти миллиарду изношенных шин. И этот объём растёт так быстро, что в местах эксплуатации машин (на промышленных, сельскохозяйственных и автомобильных предприятиях, горно-обогатительных комбинатах и т. д.), на свалках и даже в городах скопились целые горы отработанной автомобильной резины [1].

Сжигать под открытым небом эти отходы нельзя - продукты их сгорания вредны для окружающей среды. Отводить же под их хранение новые сотни гектаров земли не только накладно, но и опасно: из-за высокой стойкости к действию внешних факторов (солнечного света, влаги, кислорода, микробиологических воздействий и т. д.) отработанные шины разлагаются очень медленно, причём всё это время отравляют атмосферу вредными веществами, которые в них содержатся. Пожалуй, единственное решение проблемы - утилизация отработанных шин. Вот только как сделать так, чтобы этот процесс из убыточного стал прибыльным? Действительно, экономическая составляющая этой проблемы очень весома [1].

Чтобы избавиться от изношенных шин, нужны немалые средства. Перспектива здесь кроется в том, что потребность хозяйства в природных ресурсах непрерывно растёт, а сырьё для производства авторезины становится всё более ограниченным и дорогим, поэтому и потенциальные возможности использования материалов, получаемых из утилизируемых шин, очень широки. Достаточно сказать, что с помощью инновационных технологий переработки они могут стать и заменителем дорогого первичного сырья, и исходным материалом для



производства высококачественных продуктов. Поэтому специалисты считают, что успешное решение проблемы утилизации использованных шин в том, чтобы при их переработке получать ценные материалы и возвращать их в производственный цикл. И каждая страна эту проблему решает по-своему. Зарегистрировано свыше 300 тысяч единиц легкового автотранспорта [2].

Каждый год количество автомобилей, например, в Перми, увеличивается на 10-15 %. В связи с этим возникает ряд проблем, таких как: выбросы веществ в атмосферу, шумовое загрязнение, утилизация старого автотранспорта и его частей, в частности, автомобильных покрышек. В Пермском крае ежегодно образуется более 20 тысяч тонн использованных шин. Из этого количества перерабатывается около 15 %. Вышедшие из эксплуатации изношенные шины являются источником длительного загрязнения окружающей среды, например: они не подвергаются биологическому разложению и саморазрушению; они огнеопасны и в случае возгорания погасить их достаточно трудно, а при горении в воздух выбрасываются вредные продукты сгорания; при складировании они служат идеальным местом для размножения грызунов и кровососущих насекомых, переносчиков инфекционных заболеваний. И использованные автомобильные шины сохраняют достаточный уровень технологических свойств для повторной переработки и могут рассматриваться как вторичное сырье для получения ценного углеводородного топлива, резиновой крошки, лома легированной стали и вторичного текстильного материала [2]. Достаточно сказать, что использованные автомобильные шины составляют до 90 % всех резиносодержащих отходов. Таким образом, утилизация автомобильных шин решает проблемы засоренности территорий, а также позволяет реализовать потенциал покрышек в области вторичного сырья и получить при их переработке экономическую выгоду [2].

Сжигание, в основном, происходит в цементной промышленности и на теплоэлектростанциях, и является малоприбыльным направлением утилизации автошин. Шины используются здесь как материал-заменитель угля и мазута. Сжигание большого количества шин имеет исторические причины. Десятилетиями сжигание шин представляло собой недорогой способ получения энергии. Одновременно имелась возможность экономить первичные горючие материалы. Альтернативные способы переработки шин, имеющиеся в прошлом, чаще всего были нерентабельны [3].

В настоящее время в связи с необходимостью защиты окружающей среды и соответствующими правовыми предписаниями, установки по сжиганию использованных шин должны быть снабжены дорогостоящим оборудованием, ограничивающим выброс вредных веществ в атмосферу. Требуемые для этого большие капиталовложения снижают экономическую ценность автопокрышки как энергоносителя. Таким образом, теряется экономическое преимущество от использования покрышек в виде дешевого топлива по отношению к другим методам переработки [4].

Предприятия, эксплуатирующие установки по сжиганию изношенных автопокрышек, получают, как правило, доплату за их прием [3].

В последние годы во многих странах большое внимание уделяется проблеме использования образующихся во всё возрастающих количествах отходов производства и потребления, в том числе изношенных шин, которые являются одним из самых многотоннажных полимерных отходов. Проблема использования изношенных шин имеет важное экологическое значение, поскольку вышедшие из эксплуатации шины накапливаются в местах их эксплуатации (в автохозяйствах, на аэродромах, промышленных и сельскохозяйственных предприятиях, горно-обогатительных комбинатах и т.д.). Вывозимые на свалки или рассеянные на окружающих территориях, шины длительное время загрязняют окружающую среду вследствие высокой стойкости к воздействию внешних факторов (солнечного света, кислорода, озона, микробиологических воздействий). Места их скопления, особенно в регионах с жарким климатом, служат благоприятной средой обитания и размножения ряда грызунов и насекомых, являющихся разносчиками различных заболеваний [5].

Кроме того, шины обладают высокой пожароопасностью, а продукты их неконтролируемого сжигания оказывают крайне вредное влияние на окружающую среду (почвы, воды, воздушный бассейн). Проблема использования изношенных шин имеет также существенное экономическое значение, поскольку потребности хозяйства в природных ресурсах непрерывно растут, а их стоимость постоянно повышается. Использование изношенных шин, содержащих помимо резины, технические свойства которой близки к первоначальным, большое количество армирующих, текстильных и металлических материалов, является источником экономии природных ресурсов [5].

#### Библиографический список

1. Леонов В.Е., Сиворина А.Г. Утилизация автомобильных шин / В.Е.Леонов, А.Г.Сиворина // Безопасность жизнедеятельности. – 2002. – № 21. – С. 30.
2. Ресурсы материальные вторичные. Термины и определения. Введ. 1985-01-01. – Москва : Изд-во стандартов, 1985. ГОСТ 8407. – С. 6.
3. Г. И. Павлов, А. В. Кочергин, О. Р. Ситников, А. И. Галимова, Р. Ф. Шакуров, К. А. Кочергина, С. Ю. Гармонов / Переработка изношенных шин и резинотехнических изделий в инертную крошку при использовании установок пульсирующего горения // Вестник Казанского технологического университета. – 2011. – №19. – С. 174-179.
4. Никольский В.Г. Автомобильные шины / В.Г. Никольский // Вторичные ресурсы. – 2002. – №6. – С. 48.
5. Одиноква И.В. Аспекты утилизации автомобильных шин / И.В. Одиноква // Автотранспортное предприятие. – 2004. – №11. – С. 48.

## **АНАЛИЗ ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НИЗКОПОТЕНЦИАЛЬНОЙ ЭНЕРГИИ В ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ.**

**Алюханов А.А., Дробышев В.К., Половинкин Р.А.**

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

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк, e-mail: 79069389139@mail.ru*

В статье акцентировано внимание на низкопотенциальную энергию и возможность использования ее в настоящее время в паросиловых установках (ПСУ).

Ключевые слова: теплоэнергетика, энергетическая стратегия развития РФ, тепловые насосы, использование низкопотенциальной энергии.

Необходимым элементом существования и прогресса человечества наряду с материалами и знаниями является энергия. Признание существования этой триады помимо отражения даже в языке, где целые эпохи человеческого бытия названы или по имени преимущественного использования в те времена материала (эра палеолита, бронзовый век, железный век). Часто наше время называют “атомный век” или “нейлоновый век”.

Из различных видов энергии, используемых в настоящее время, наиболее распространенной является тепловая энергия: например, для производства около 70% электроэнергии и теплоты. К этому без всяких доказательств, нужно добавить количество транспортных устройств, использующих тепловые двигатели.

Основные работы идеального теплового двигателя, безотносительно его типа и вида использованного рабочего тела, были разработаны французским инженером С. Карно.

Степень совершенства такого двигателя оценивается техническим коэффициентом полезного действия (КПД), который Карно определил уравнением (1).

$$\eta_k = 1 - \frac{T_1}{T_2} \quad \#(1)$$

где  $T_1$  — температура “горячего” источника, от которого тепло  $q_1$  подводится к рабочему телу;

$T_2$  — температура “холодного” источника, которому отводится тепло  $q_2$  от рабочего тела.

Причем, по определению самого Карно, “для совершения работы двигателя нужно не только подвести “ флогистон “ (тепло) к рабочему телу, но и отвести тепло к холодному источнику” (Цитируется по источнику [3])

Из этого следует, что КПД даже идеального цикла не может быть равен единице.

То же самое следует из уравнения (1), которое дает два условия

$$\eta_k = 1, \text{ если } T_1 = \infty \#(2)$$

$$T_2 = 0 \#(3)$$

которые по определениям технической термодинамики недостижимы.

Однако, эти условия (2) и (3) определяют тенденции в повышении  $\eta_k$ :

Увеличение  $T_1$

Уменьшение  $T_2$

Условие (2), т.е. повышение температуры  $T_1$  “горячего” источника, является широко употребляемым, достаточно обратиться к основному программному документу по развитию отечественной теплоэнергетики. В приложении к этому документу содержатся 12 поправок, но ни одно из них не затрагивает той стороны работы теплового двигателя, которая отражается в уравнении (1) членом  $T_2$ . Очевидно, что чем меньше  $T_2$ , тем больше  $\eta_k$ .

Нижний уровень  $T_2$  определяется реальными условиями работы теплового двигателя. Самыми распространенным видом такого двигателя в теплотехнике является паросиловая установка (ПСУ), работающая по циклу Ренкина. Отбор тепла в ней осуществляется за счет конденсации пара охлаждающей водой, забираемой из природных источников, а так как даже в зимний сезон не может быть ниже 4-6 °С, то здесь существуют ограничения.

Ввиду низкой температуры “работоспособность” отводимого тепла, очень мала и не может быть использована для производства работы. Это обстоятельство объясняет почему не используется тепловая энергия вод мирового океана.

Из книги [7] можно представить ряд данных, характеризующих его.

Название	Данные
Общая площадь поверхности	$S = 361 \text{ млн км}^2$
Средняя глубина	$H = 4 \text{ м}$
Объем воды	$V = 1,444 * 10^{18} \text{ м}^3$
Масса воды	$M = 1,444 * 10^{21} \text{ кг}$
Средняя температура	$T = 10 \text{ °С}$

На основе этих данных можно определить запас тепловой энергии

$$E = c * t * M \#(4)$$

где  $c$  — теплоемкость воды, кДж/(кг\*град);

$M$  — масса воды, кг.

Численно значение

$$E = 4,187 * 10 * 1,444 * 10^{21} \text{ кДж} = 60,46 * 10^{18} \text{ МДж}$$

При расчетах было принято для воды  $\rho = 1,0 * 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ ;  $c = 4,187 \frac{\text{кДж}}{\text{кг*град}}$  это количество энергии можно выразить в тоннах условного топлива, при условии  $Q_{у.т} = 29,3 \frac{\text{Мдж}}{\text{кг}}$

$$M_{y.t} = \frac{E}{Q_{y.t} * 10^3}, \text{ т.у. т.} \#(5)$$

Отсюда

$$M_{y.t} = \frac{60,46 * 10^{18}}{29,3 * 10^3} = 2,063 * 10^{15}, \text{ т.у. т.}$$

Для сравнения, в соответствии со справочными данными [1] годовое потребление ископаемого топлива во всем мире за 2019 год составило:

$$M_{y.t} = 8,669 * 10^{12} \text{ т.у. т.}$$

Что позволяет определить количество лет, на которое бы хватило запасов тепловой энергии мирового океана при современном уровне мирового электропотребления, где

$$N_{y.t} = \frac{2,063 * 10^{15}}{8,669 * 10^{12}} = 0,337 * 10^3 = 237 \text{ лет}$$

Еще больше запас тепловой энергии находится в твердой части Земли.

Несмотря на некоторые ограничения, которые вводит техническая термодинамика на использование низкопотенциальной энергии, она одновременно подсказывает одно из магистральных направлений по ее использованию – это тепловые насосы.

Анализ условий протекания цикла Карно, осуществленного в обратной последовательности входящих в него процессов, привел английского физика В. Томсона (Кельвин) в 1852 году к выводу о том, что за счет совершения в тепловом агрегате механической работы  $\iota$ , можно добиться подвоза некоторого количества теплоты  $q_2$  с уровня  $T_2$  на уровень  $T_1 > T_2$ . При этом

$$q_1 = q_2 + \iota, \frac{\text{КДж}}{\text{кг}} \#(6)$$

Если целью цикла является отбор энергии из низкотемпературной зоны, то этот цикл является идеальной холодильной установкой. Если же действие установки направлено на подвод теплоты с низкого уровня  $T_2$  на более высокий  $T_1 > T_2$ , то в этом видна очевидная аналогия с гидравлическим насосом. А поскольку перекачиваемая субстанция есть теплота, то эти устройства называются тепловыми “насосами” (ТН).

В настоящее время в мировой энергетике ТН используются в огромных масштабах, число их достигает миллионы. В США каждый год вводится свыше 20 млн установок, в Швеции 30 % всего отопления жилья осуществляется за счет ТН. Поэтому мы считаем, что ТН должны присутствовать в перечне направлений развития энергетике России.

В теплоэнергетике ТН начинают внедряться в ПСУ, один из вариантов разработан на кафедре теплоэнергетики и экологии СибГИУ.

В литературе указывается на большие перспективы изучения работы низкопотенциальной части ПСУ, которая представлена конденсатором. Со-

храня конденсатор как необходимый элемент ПСУ, нужно найти возможности повышения интенсивности теплообмена в нем.

На паровой стороне, где осуществляется конденсация с выделением скрытой теплоты парообразования, уровень теплообмена достаточно высокий, а на водяной стороне он значительно ниже. И поэтому интенсификация этого процесса позволит увеличить эффективность работы ПСУ.

И сделать это можно различными путями:

- охлаждение с изменением агрегатного состояния охладителя, подбор вещества (хладагент) с подходящей температурой кипения, понизить температуру охладителя до минусовых значений температуры, что осуществимо при использовании газообразного охладителя.

- переход от трубчатой конструкции конденсатора к циклонным, где теплообмен значительно выше.

- иные способы

Проведенный анализ показывает, что повышение энергоэффективности ПСУ за счет совершенствования работы низкотемпературной части позволит снизить расход топлива, что приведет к снижению выбросов и платы за них, и даст не только экономический, но и экологический, а в совокупности социальный эффект.

#### Библиографический список

1. Лисиенко В.Г. под ред. Хрестоматия энергосбережение в 2 кн. - М.: Теплоэнергетик, 2003г. – 688с.
2. Сади Карно. Размышления о движущей силе огня Москва-Петроград, Гос. Издательство. – 1923г. –108с.
3. Базаров И.П. Заблуждения и ошибки в термодинамике, издательство УРСС, 2003г. – 120с.
4. Кирилин В.А., Сычев В.В., Шейндлин А.Е. Техническая термодинамика М.: Энергия, – 1974г. – 447с.
5. Энергетическая стратегия РФ на период до 2035г. Утверждена распоряжением Правительства РФ от ...
6. Теплотехника (под ред. Сушкин И.Н.), М.: металлургия. 1973. – 473с.
7. Степанов В.Н. М.: Знания, 1999г. – 282с.
8. Варкграфтик Н.Б Справочник по теплофизическим свойствам газов и жидкостей М.: Наука, 1972г. – 496с.
9. Семикин И.Д. Аверин С.И. Топливо и топливное хозяйство металлургических заводов. М.: Металлургия, 1965г. – 382с.
10. Мартыновский В.С. Тепловые насосы. М. -Л.: Гос-энергетическое издательство – 1955г. – 283с.
11. Васильев В.П. Применение тепловых насосов в промышленности. Киев, наука и вазарика 1965г – 312с.
12. Кромов Н.А. Работа и конструкция конденсаторов паротурбинных установок. М.: Энергия – 1924г. – 273с.

## ТЕПЛОВОЙ БАЛАНС ПАРОСИЛОВОЙ УСТАНОВКИ

Блесков Д.И., Алуханов А.А., Дробышев В.К.

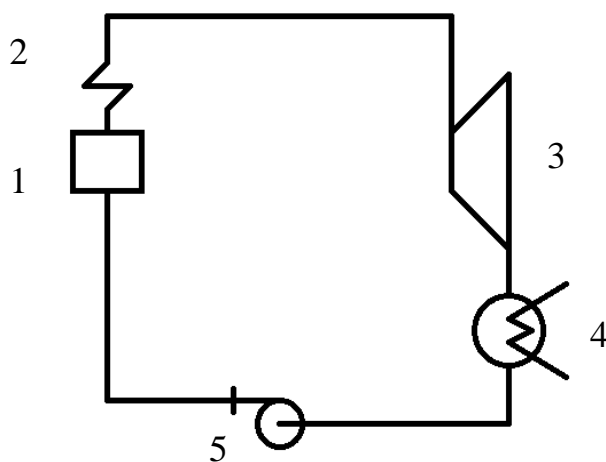
Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Стерлигов В.В.

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк, e-mail: bleskovD1999@yandex.ru*

Изложена информация по тепловому балансу паросиловой установки, его зависимости от теплового баланса котельного агрегата. Приведены сведения по приходным и расходным статьям тепла котельного агрегата. Также изложен тепловой баланс паросиловой установки действующей системы, состоящей из двух котлоагрегатов и турбины Западно-Сибирской ТЭЦ.

Ключевые слова: тепловой баланс, паросиловая установка, котельный агрегат, турбина, конденсатор, тепловые потери.

Паросиловая установка – это агрегат, предназначенный для преобразования тепла сжигаемого топлива в механическую энергию при помощи пара. Как правило, механическая энергия не является конечной продукцией, а посредством электрогенераторов трансформируется в электроэнергию, передаваемую затем потребителю. Данная установка представлена на рисунке 1.



1 – Паровой котел, 2 – Пароперегреватель, 3 – паровая турбина,  
4 – Конденсатор, 5 – Питательный насос

Рисунок 1 – Схема простейшей паросиловой (паротурбинной) установки

Тепловой баланс – количественное равенство прихода и расхода теплоты в каком-либо тепловом процессе. В основе уравнений теплового баланса любого агрегата, вырабатывающего тепло, лежит закон сохранения энергии, согласно которому количество теплоты, поступающее в данный процесс, равно количеству выделяющейся теплоты. Потери тепла на этой основе оцениваются в калориях независимо от того, в какой доле эти калории могут быть превращены в работу в данной установке.

Тепловой баланс ПСУ:

$$Q_{\text{выраб}} = Q_{\text{расх}} + Q_{\text{потери}}, \text{ где}$$

$Q_{\text{выраб}}$  – теплота, выработанная котлоагрегатом;

$Q_{\text{расх}}$  – теплота, расходуемая на выработку выпускаемой продукции (электроэнергия, отопление, горячее водоснабжение);

$Q_{\text{потери}}$  – потери, связанные с выработкой и отпуском теплоты.

В уравнении теплового баланса ПСУ данные величины являются основополагающими. Однако основную часть данного уравнения составляет тепловой баланс котлоагрегата, так как именно он является единственным агрегатом в паросиловой установке, вырабатывающим тепло.

Для работающего котельного агрегата тепловой баланс составляют на основании результатов его теплового испытания с целью получения исходных данных для анализа эффективности работы агрегата и определения его коэффициента полезного действия; при тепловом расчете котельного агрегата его тепловой баланс составляют, используя нормативные данные с тем, чтобы определить расчетный часовой расход топлива для проектируемого котельного агрегата.

При сжигании твердого и жидкого топлива тепловой баланс котельного агрегата составляют либо в килоджоулях на 1 кг внесенного в котел топлива, либо в процентах. При сжигании же газообразного топлива тепловой баланс составляют либо в килоджоулях на 1 м<sup>3</sup> газа (при нормальных условиях), введенного в топку, либо также в процентах.

Полное количество тепла, вносимого в агрегат на 1 кг поступающего твердого или жидкого топлива, складывается из следующих трех основных составляющих, *кДж/кг*:

Количество тепла, выделяющегося при горении топливом, равное низшей теплоте сгорания топлива ( $Q_{\text{н}}^{\text{п}}$ );

Физического тепла топлива ( $I_{\text{тл}}$ );

Физического тепла воздуха, поступающего в котел для поддержания процесса горения в топке ( $I_{\text{в}}$ ).

Кроме того в отдельных случаях учитывают тепло  $Q_{\text{ф}}$ , вносимое в топку водяным паром в случаях применения парового дутья или парового распыливания.

При сжигании газообразного топлива приходная часть теплового баланса складывается из тех же составляющих с той особенностью, что низшая теплота сгорания относится к сухому топливу, т. е. к величине  $Q_{\text{н}}^{\text{с}}$ .

При сжигании твердого топлива, внесенное в котельный агрегат тепло распределяется по следующим расходным статьям:

- 1) Тепло, полезно использованное в котельном агрегате ( $Q_1$ );
- 2) Потеря тепла с уходящими из котельного агрегата дымовыми га-



зами ( $I_{yx}$ );

- 3) Потеря тепла от химической неполноты сгорания ( $Q_3$ );
- 4) Потеря тепла от механической неполноты сгорания ( $Q_4$ );
- 5) Потеря тепла от наружного охлаждения агрегата (в окружающую среду) ( $Q_5$ );
- 6) Потеря тепла с физическим теплом шлака, удаляемого из топки ( $Q_6$ ).

При сжигании жидкого и газообразного топлива потери тепла  $Q_4$  и  $Q_6$  отсутствуют.

Тепловой баланс котельного агрегата составляют относительно некоторой отправной температуры. Если в качестве этой температуры принять температуру воздуха, поступающего в котельный агрегат, то в приходной части теплового баланса исчезнет член  $I_B$ , в соответствии с чем приходная часть может быть выражена при сжигании твердого или жидкого топлива следующим образом:

$$Q_p^P = Q_H^P + I_{TЛ} + Q_{\Phi} \text{ кДж/кг};$$

При сжигании газообразного топлива

$$Q_p^P = Q_H^c + I_{TЛ} \text{ кДж/м}^3.$$

В последних двух уравнениях величина  $Q_p^P$  носит название располагаемого тепла, приходящегося на 1 кг или 1 м<sup>3</sup> топлива.

Когда тепловой баланс составляют относительно температуры воздуха, поступающего в котельный агрегат, и в этом случае потеря тепла с уходящими газами выразится формулой

$$Q_2 = I_{yx} - I_B \text{ кДж/кг или кДж/м}^3.$$

В результате общее уравнение теплового баланса котельного агрегата при сжигании твердого топлива принимает вид

$$Q_p^P = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6 \text{ кДж/кг}.$$

При этом во многих случаях при факельном сжигании твердого топлива можно не учитывать величины  $Q_6$ .

При сжигании жидкого и газообразного топлива общее уравнение теплового баланса котельного агрегата принимает вид

$$Q_p^P = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_5 \text{ кДж/кг или кДж/м}^3.$$

Общие потери тепла в котельном агрегате при эксплуатации паросиловой установки могут достигать до 9 % от общего располагаемого тепла, вырабатываемого при сжигании.

В турбине потери тепла подразделяются на внутренние и внешние.

Внутренние потери характеризует относительный внутренний к. п. д.,

показывающий долю тепла, превращенную в полезную работу внутри турбины, от того количества тепла, которое могло быть превращено в полезную работу в идеальной турбине. К данным тепловым потерям относят потери на вентиляцию, трение, внутренние утечки.

Внешними же потерями являются потери рабочего тепла через концевые лабиринтовые уплотнения. В цилиндре высокого давления рабочее тело стремится выйти из корпуса турбины в атмосферу через зазоры между вращающимся валом ротора и неподвижным корпусом. Для уменьшения этих утечек рабочего тела и подсоса воздуха применяют концевые лабиринтовые уплотнения. Лабиринтовое уплотнение представляет собой ряд перегородок (гребней) между корпусом и валом турбины и служит гидравлическим сопротивлением проходу пара, обуславливающим существенное уменьшение потерь на утечки.[1]

Чем больше будет относительный внутренний к. п. д. у турбины, тем меньше тепла будет отправлено в конденсатор и охлаждающее водохранилище, где тепло и будет потеряно, во время конденсации и охлаждения воды.

В конденсаторе потери теплоты через корпус обычно не превышают 1%, поэтому можно считать, что практически вся теплота, выделяющаяся при конденсации пара, передается охлаждающей воде.[2]

Это были теоретические данные. Теперь же рассмотрим фактический тепловой баланс ПСУ для системы, состоящей из двух котельных агрегатов БКЗ-210-140 и одной турбины Т-65/75-130 Западно-Сибирской ТЭЦ:

$$Q_{\text{выраб}} = Q_{\text{расх}} + Q_{\text{потери}}$$

В уравнении теплового баланса  $Q_{\text{выраб}}$  обозначает количество теплоты, вырабатываемой котлагрегатом, и составляет 175230,54 кВт.

$Q_{\text{расх}}$  обозначает полезную работу ПСУ, в частности расход теплоты на выработку электроэнергии, теплофикацию и регенеративный подогрев питательной воды и составляет 96712,98 кВт.

При определении потерь тепловой энергии ПСУ не учитывались расходы теплоты на собственные нужды котлоагрегатов и турбин ПСУ и потери теплоты в турбинах, кроме того, теплота отработавшего пара из конденсатора полностью отводится в окружающую среду. В соответствии с этим  $Q_{\text{потери}}$  составили 78517 кВт, что составляет  $\frac{Q_{\text{выраб}}}{Q_{\text{потери}}} = 0,448 = 44,8\%$  от теплоты, выработанной котлоагрегатом.

Потери тепловой энергии в конденсаторе составляют 17331,58 кВт, что составляет 22% от общих потерь тепловой энергии и 9,9% от теплоты, выработанной котлоагрегатом [3].

#### Библиографический список

1. Щукин А. А., Сушкин И. Н., Зах Р. Г., Бахмачевский Б. И., Лызо Г. П.; Теплотехника; под общей редакцией И. Н. Сушкина; Издание 2-е, пере-

работанное, Москва; издательство «Металлургия» 1973, 479 с.

2. Бродов Ю. М., Савельев Р. З.; Конденсационные установки паровых турбин: учебное пособие для вузов, Москва; Энергоатомиздат 1994, 288 с.

3. ПТИ по эксплуатации.

4. Ривкин С.Л., Александров А.А. Термодинамические свойства воды и водяного пара: справочник, 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1984, 80с.

5. Картавская В.М., Коваль Т.В. Анализ теплотехнической эффективности оборудования: учеб. пособие.– Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2008. – 160 с.

6. Справочное пособие теплоэнергетика электрических станций/под ред. А.М. Леонкова. – Мн.: Беларусь, 1974. – 368 с.

7. Сорокина Л.А. Топливо и основы теории горения: учеб. пособие. – Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2004. – 78 с.

8. Липов Ю.М., Самойлов Ю.Ф., Виленский Т.В. Компоновка и тепловой расчет парового котла. – М.: Энергоатомиздат, 1998 г. – 208 с.

9. Кудряшов А.Н. Тепловой расчет паровой турбины: учеб. пособие. – Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2004. – 87 с.

10. Александров А.А. Таблицы теплотехнических свойств воды и водяного пара. – М.: Изд-во МЭИ, 1999. – 168 с.

11. Картавская В.М., Коваль Т.В. Анализ теплотехнической эффективности оборудования: учеб. пособие. – Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2008. – 160 с.

УДК 536.2.083

## **ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ТЕПЛООБМЕНА В КОНДЕНСАТОРЕ ПАРОСИЛОВОЙ УСТАНОВКИ**

**Дробышев В.К., Алюханов А.А., Блесков Д.И.**

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

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк, e-mail: drobyшев\_v.k@mail.ru*

Рассматривается интенсификация теплообмена в конденсаторе за счёт циклонного движения потока. Эффективность повышения теплообмена данным методом подтверждается литературными источниками.

Ключевые слова: интенсификация, теплообмен, закрученный поток, циклонное движение, свободная конвекция.

Как показывают расчёты при сохранении трубчатой конструкции конденсатора нельзя достичь повышения интенсивности в нём. Но есть возможность, радикального изменения работы конденсатора с использованием конструкции в виде циклона.

В различных литературных источниках [1-3] содержатся утверждения

о том, что теплообмен при закручивании потока в трубе возрастает в 2 – 4 раза. Если поток будет циклонным, то есть двигаться по замкнутой внутренней поверхности трубы, то эта цифра достигает значения 15 – 20.

Объяснение этого дано в работе [4], где вводится понятие "центробежной свободной конвекции". По мнению авторов, при циклонном движении в потоке развивается вторичное радиальное течение за счёт центробежных сил, которые являются аналогом массовых сил гравитации обеспечивающих свободную конвекцию за счёт разной температуры смеси воздуха (жидкости) при движении вдоль поверхности.

Если учесть, что "традиционная" свободная конвекция описывается [1] уравнением вида

$$Nu = C(Gr \cdot Pr)^n \quad (1)$$

где Gr – число подобия Грасгофа;

Pr – число подобия Прандтля;

C, n – численные показатели;

Если в выражении числа Грасгофа

$$Gr = \frac{g l^3}{\nu^2} \cdot \beta \cdot \Delta t \quad (2)$$

силу гравитации, представленную величиной g – ускорение свободного падения, заменить величиной ускорения, создаваемого центробежными силами  $\frac{W^2}{R}$ , где W – скорость потока м/с, а R – радиус кривизны поверхности м, то тогда получим

$$Gr = \frac{W^2 l^3}{R \cdot \nu^2} \cdot \beta \cdot \Delta t = \frac{W^2 l^2}{\nu^2} \cdot \beta \cdot \Delta t = Re^2 \cdot \beta \cdot \Delta t \quad (3)$$

Это показывает, что интенсивность вторичного центробежного переноса связана с интенсивностью основного теплопереноса, определяемого числом Re. Для циклонного движения в ряде работ [4-6] уравнения подобия записывается в виде

$$Nu = C \cdot Re^{1,0} \quad (4)$$

Что может быть представлено как

$$Nu = C \cdot Re^{0,8} \cdot Re^{0,2} \quad (5)$$

И если для прямого движения в трубе подобное уравнение записывается как

$$Nu = C \cdot Re^{0,8} \quad (6)$$

Если учесть, что в представленных исследованиях [1-6] величина числа Рейнольдса менялась в пределах  $Re = (80 - 236)$ , то величина  $Re^{0,2}$  будет меняться в пределах (15 – 18), что соответствует уже приведенным выше числам 15 – 20.

Для определения конкретного значения коэффициента теплообмена в работе [4], где содержится анализ и обобщение результатов исследования конвективного теплообмена при циклонном движении предлагается уравнение

$$Nu = 0,0034Re \quad (7)$$

Здесь в качестве определяющих величин в числе подобия принято: определяющий размер – диаметр камеры, м; скорость – среднее по сечению значение на входе в камеру, температура  $t = (t_{\text{вх}} + t_{\text{вых}})/2$ .

Из уравнения (7) можно найти выражения для определения коэффициента теплоотдачи, если в числа подобия подставить физические параметры

$$\frac{\alpha \cdot d}{\lambda} = 0,0034 \frac{W \cdot d}{\nu}$$

откуда

$$\alpha = 0,0034 \frac{W \cdot \lambda}{\nu}, \text{ Вт/ (м}^2 \cdot \text{град)} \quad (8)$$

где  $w$  – скорость потока, м/с;

$\lambda$  – коэффициент теплопроводности среды, Вт/(м · град);

$\nu$  – коэффициент кинематической вязкости, м<sup>2</sup>/с.

Используя справочные данные [10] получим для воздуха

$$\lambda = 0,026 \text{ Вт/(м} \cdot \text{град)}, \nu = 15 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}, t = 20 \text{ }^\circ\text{C};$$

пара

$$\lambda = 0,022 \text{ Вт/(м} \cdot \text{град)}, \nu = 20 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}, t = 100 \text{ }^\circ\text{C}.$$

Коэффициент теплоотдачи при скорости  $W = 70$  м/с для воздуха

$$\alpha_{\text{в}} = \frac{34 \cdot 10^{-4} \cdot 70 \cdot 2,6 \cdot 10^{-2}}{15 \cdot 10^{-6}} = 412 \text{ Вт/ (м}^2 \cdot \text{град)},$$

пара

$$\alpha_{\text{пар}} = \frac{34 \cdot 10^{-4} \cdot 70 \cdot 2,2 \cdot 10^{-2}}{20 \cdot 10^{-6}} = 261 \text{ Вт/ (м}^2 \cdot \text{град)}.$$

Если в качестве охлаждающей среды использовать холодный атмосферный воздух с температурой  $t_{\text{в}} = -30$  °С, то в этом случае

$$\alpha_{\text{в}} = \frac{34 \cdot 10^{-4} \cdot 70 \cdot 2,2 \cdot 10^{-2}}{10,8 \cdot 10^{-6}} = 485 \text{ Вт/ (м}^2 \cdot \text{град)}$$

В литературе [11] приводятся данные по теплообмену в трубах для воздуха  $\alpha_{\text{в}} = 2 - 50$  Вт/(м<sup>2</sup> · град), подтверждающее правильность утверждения о том, что циклонное движение обеспечивает более интенсивный теплообмен.

Эффективность работы циклонного конденсатора будет зависеть от компоновки его и направление потоков. Если в общем представить схему циклонного конденсатора в виде двух коаксиальных цилиндров, то пар можно тангенциально вводить в центральный цилиндр, а охлаждающий воздух в центробежный цилиндр.

На наш взгляд вторая схема является более предпочтительной по следующим причинам. При охлаждении и конденсации охлаждённый пар как более тяжелый будет отбрасываться на периферию, уж тем более центробежная сила будет отбрасывать капельки воды, очищая таким образом поверхность теплообмена от пленки конденсата из теории теплообмена при конденсации [12] известно, что пленка конденсата значительно снижает уровень теплообмена, особенно на нижних рядах трубчатых конденсаторов.

Накапливание жидкости на наружной поверхности парового тракта, что приведёт к образованию жидкостной пленки, уже не будет влиять на работу конденсатора, так как там процесс теплообмена (и конденсации) уже не существенен.

Таким образом, проведённый анализ показывает возможность создания таких циклонных конденсаторов. Для технической реализации, несомненно нужны ещё многие результаты и проработки.

#### Библиографический список

1. Kreith F.: Transactions of ASME / F. Kreith. – 1955. – vol. 77, №1. – P 82 – 85.
2. Делягин Г.И. ИФЖ / Г.И. Делягин, Б.В. Канторович. – 1958. – №3. – т.1.
3. Вышинский В.В. Известия АН Казахской ССР. Серия энергетическая / В.В. Вышинский. – 1961. – выпуск 2.
4. Стерлигов В.В. Известия вузов / В.В. Стерлигов, В.Ф. Евтушенко, В.П. Зайцев. – 1973. – №3.
5. Мельников В.К. Явления переноса в низкотемпературной плазме [сборник статей] / В.К. Мельников, Е.П. Сухович. – Минск, 1968. – 310с.
6. Сухович Е.П. Автореферат диссертации на соискание степени кандидата технических наук / Е.П. Сухович; АН Латв. ССР. – 1979.
7. Нарезный Э.Г. Судостроение / Э.Г. Нарезный. – 1957. – №10.
8. Кацнельсон Е.Д. Энергомашиностроение / Е.Д. Кацнельсон, А.А. Шейпак. – 1959. – №12.
9. Вулис Л.А. Теплоэнергетика / Л.А. Вулис, Б.П. Устименко – 1956. – №4.
10. Варгафтик Н.Б. Справочник по теплофизическим свойствам газов и жидкостей / Н.Б. Варгафтик. – М.: Физматлит, 1963. – 562с.
11. Казанцев Е.И. Промышленные печи / Е.И. Казанцев. – М.: Металлургия, 1963. – 385с.
12. Михеев М.А. Основы теплопередачи / М.А. Михеев, И.М. Михеева. – М.: Энергия, 1973. – 320с.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭФФЕКТА «ТЕПЛОВОЙ ТРУБЫ» В ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКЕ

**Прохоренко В.С., Соловьёва М.В.**

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

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк, e-mail: veronika080699@mail.ru*

Рассмотрена возможность использования эффекта интенсификации передачи при изменении агрегатного состояния в обоих потоках, участвующих в теплопередаче, как один из способов применения низкопотенциальной энергии.

Ключевые слова: низкопотенциальная энергия, эффект тепловой трубы, конденсатор, паросиловая установка.

Одна из формулировок II закона термодинамики гласит о том, что процесс перехода энергии может осуществляться произвольным путем при наличии разности потенциалов и в сторону снижения его.

Для теплоты это положение будет выражаться уравнением [1]:

$$q = K(\bar{t}_1 - \bar{t}_2) * V, \quad (1)$$

где  $q$  - плотность теплового потока,  $\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2}$ ;

$K$ -коэффициент теплопередачи,  $\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \text{град}}$ ;

$\bar{t}_1$  и  $\bar{t}_2$  – средняя температура на "горячей" и "холодной" стороне;

$V$ - площадь теплопередачи,  $\text{м}^2$ .

Этот процесс теплопередачи будет результироваться в снижении температуры "горячего" потока от  $t_1'$  до  $t_1''$  и повышением температуры «холодного» потока, что запишется в виде уравнения теплового баланса:

$$Q = M_1 C_1 (t_1' - t_1'') = M_2 C_2 (t_2'' - t_2'), \quad \text{Вт}, \quad (2)$$

где  $M_1$  и  $M_2$  – массы потоков вещества на каждой стороне,  $\frac{\text{кг}}{\text{с}}$ ;

$C_1$  и  $C_2$  – теплоемкость веществ, соответственно,  $\frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{град}}$ .

Уравнение теплового баланса записано в предположении, что не существует потерь тепла на сторону, что для теоретического анализа вполне достаточно.

Если нас интересует нагрев «холодной» среды, то можем записать:

$$K(\bar{t}_1 - \bar{t}_2) * F = M_2 C_2 (t_2'' - t_2'), \quad \text{Вт} \quad (3)$$

Для охлаждения «горячей» среды можем записать соответственно:

$$FK(\bar{t}_1 - \bar{t}_2) = M_1 C_1 (t'_1 - t''_1), \text{Вт} \quad (4)$$

Из этих уравнений (3) и (4) можно определить степень изменения температуры среды при нагреве:

$$t''_2 - t'_2 = \frac{K(\bar{t}_1 - \bar{t}_2) * F}{M_2 C_2}, \text{ } ^\circ\text{C} \quad (5)$$

при охлаждении:

$$t'_1 - t''_1 = \frac{K(\bar{t}_1 - \bar{t}_2) * F}{M_1 C_1}, \text{ } ^\circ\text{C} \quad (6)$$

Эти уравнения описывают связь между параметрами процесса теплопередачи без изменения агрегатного состояния обеих сред.

В том случае, когда процесс теплообмена между жидкостью и поверхностью происходит с условиями фазового перехода «испарение, конденсация», то на поверхности должно выделяться (потребляться) тепло фазового перехода.

Поэтому теория теплообмена [1] рассматривает вопросы теплообмена при изменении агрегатного состояния. При этом уравнение теплового баланса записывается как:

$$Q = r * M, \text{ кВт} \quad (7)$$

где  $M$  – количество испаренной (сконденсированной) среды,  $\frac{\text{Кг}}{\text{с}}$ ;

$r$  – скрытая теплота парообразования,  $\frac{\text{кДж}}{\text{Кг}}$ .

Последняя величина определяет количество тепла необходимого для фазового перехода (кипения, конденсация) 1 кг среды (рабочего тела).

Для 1 кг среды различие величины  $Q$ , определяемой по уравнению (2) и уравнению (7) будет обусловлено значительной разницей между параметрами  $C$  и  $r$ . Для воды при давлении  $p=100\text{кПа}$  (1ата), теплоемкость  $C=4,2 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}\cdot\text{град}}$ , а  $r = 2256 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$ , [2] т.е. разница почти в 500 раз. Поэтому испарительное охлаждение конструктивных элементов, различных теплотехнических агрегатов переведено с водяного на испарительное [3], что дополнительно дает вторичный энергоресурс в виде пара.

С учетом «симметрии» можно говорить так же о процессах конденсации.

Экспериментальные данные по величине коэффициента теплообмена при водяном (гомогенном) теплообмене и теплообмене с изменением агрегатного состояния [4] представлены ниже.



Процесс	Коэффициент теплопередачи, $\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \text{град}}$
Нагрев и охлаждение воздуха	2-60
Нагрев и охлаждение воды	36-115
Кипение воды	58-1740
Пленочная конденсация водяных паров	4600-17400
Капельная конденсация водяных паров	64000-152000

Из анализа этих данных появляется идея такого теплообменника для передачи тепла от одной среды к другой, внутри которого при отборе тепла, от среды на одной стороне осуществляется кипение воды с  $\alpha_1 = 1500 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \text{град}}$ , а на другой стороне этого устройства будет осуществляться конденсация пара с интенсивностью теплоотдачи  $\alpha_2 = 10000 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \text{град}}$ , тогда общий коэффициент теплопередачи в соответствии с теорией теплообмена [5] будет выражаться уравнением:

$$K_1 = \frac{1}{1/\alpha_1 + 1/\alpha_2}, \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \text{град}}. \quad (8)$$

Численное значение:

$$\frac{1}{1/1500 + 1/10000} = 900, \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2}$$

Происходит интенсивный перенос тепла, подобно переносу массы воды от одного конца трубы к другой, поэтому это устройство получило название «тепловой трубы» [5], тем более, что часть конструктивно этот элемент выполняется в виде трубки, или системы трубок, в которых перемещение жидкости (пара) осуществляется на основе различных физических механизмов (гравитация, капиллярность, осмос и др.), Такие системы используются на устройствах с высоким темпом теплогенерации и, в то же время, необходимостью стабилизации температуры работы (компьютеры, гаджеты и т.д.) [6].

Этот «эффект тепловой трубы» может быть применим для конденсаторов паросиловых установок (ПСУ) [7], где с одной стороны на поверхности (паровой) осуществляется конденсация пара, а внутри трубок осуществляется мало интенсивный отбор тепла для нагрева охлаждающей воды. В темпе-

ратуре [8] описано ПСУ, где для охлаждения (конденсации) внутрь трубок закачивается жидкий аммиак, который за счет парообразования при кипении его отбирает тепло, определяемое его скрытой теплотой парообразования аммиака  $r_{NH_3} = 18400 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$ .

На наш взгляд, применение аммиака не является рациональным выбором. Необходимо найти такой хладагент, у которого температура кипения и скрытая теплота парообразования будут соответствующими условиям работы конденсатора. Именно такое положение позволит оценить достоинство идеи «эффекта тепловой трубы» в промышленные теплоэнергетики.

Следует отметить, что примеры проявления «эффекта тепловой трубы» можно найти и в быту. При кипении воды в кастрюле, при приготовлении какой-либо пищи, образуется пар и, при открытой кастрюле, он уходит в окружающую среду. Любая домохозяйка знает, что накрыв кастрюлю крышкой, она получит положительный результат, и можно будет уменьшить мощность конфорки, Это означает реальное энергосбережение.

Если использовать прозрачную крышку, то можно увидеть, что на внутренней поверхности ее образуются капли жидкости, которая греется и кипит в кастрюле. Образование капель означает, что внутри происходит конденсация пара с отводом тепла через крышку в окружающую среду. Образовавшиеся капли стекают обратно, испаряются и снова конденсируются на крышке. Интенсивность каплеобразования является индикатором потерь тепла и увеличения затрат энергии.

Для целей энергосбережения, очевидно, нужно уменьшить каплеобразования, что можно реализовать за счет установки теплоизолирующей накладки из теплоизоляционного материала.

Несмотря на обыденность описанной ситуации, она интересна и с практической, и с теоретической позиции. Разработка предложений для домохозяек дает колоссальный итог в энергосбережении (представить, сколько литров супа варится в стране ежедневно). Но чтобы дать практические рекомендации нужно установить соотношение между различными факторами процесса. С этой целью создана экспериментальная установка, на которой будет выполнено исследование в соответствии с учебными программами. Такая форма обучения обладает наибольшим приближением к истинной цели образования – совмещение положений теории с практической реализацией и выработки умения у специалиста способности совмещать их.

Вышеприведенный анализ позволяет сделать вывод о возможности использования эффекта тепловой трубы в теплоэнергетике. Подобрать для охлаждения и конденсации пара хладагент можно будет сделать теплопередачу в конденсаторе ПСУ более интенсивной, а сам конденсатор более комнатным. Это приведет, в конечном счете, к повышению эффективности ПСУ. Причем это будет сделано за счет резервов, которые содержатся при использовании низкопотенциальной энергии.

## Библиографический список

1. Михеев М.А., Михеева И.М. Основы теплопередачи – Москва, Энергия, 1973, 320с.
2. Вукалович М.П. Таблицы термодинамических свойств воды и водяного пара. Москва, Энергия, 1966, 486с.
3. Андоньев С.Н. Испарительные охлаждение металлургических печей. Москва, Металлургия, 1969, 310с.
4. Казанцев Е.И. Промышленные печи. Москва, Металлургия, 1964, 385с.
5. Кутателадзе С.С. Основы теории теплообмена. Москва, Машгиз, 1962, 436с.
6. Консультант студента. Электронная библиотека технического ВУ-За: Электронно библиотечная система /ООО «Политехресурс», Москва, [200-] –URL:<http://www.studentlibrary> – режим доступа – для авторизированных пользователей.
7. Теплотехника (под редакцией Сушкина И.Н.), Москва, Металлургия, 1973, 479с.
8. Варгафтик Н.Б. Справочник по теплофизическим свойствам газов и жидкостей. Москва, Наука, 1972, 456с.

УДК 621.577

## КЛАССИФИКАЦИЯ И ПРИМЕНЕНИЕ ХЛАДАГЕНТОВ ДЛЯ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ

**Соловьёва М.В., Прохоренко В.С., Жазыкбаева К.М.**

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

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

Статья посвящена краткому обзору основных свойств, классификации, названий и применения хладагентов в тепловых насосах. Вычисление токсичности. Приведем объяснение кодов, их состава.

Ключевые слова: хладагент, классификация, токсичность, тепловые насосы.

### *Основные свойства*

Холодильный агент (хладагент) – это рабочее вещество, с помощью которого в холодильной машине или тепловом насосе совершается обратный круговой процесс, или цикл. В парокомпрессионной холодильной машине хладагент кипит при низкой температуре в испарителе, поглощает теплоту из охлаждаемой среды (воздуха в камере или жидкого хладоносителя) и отдает ее в конденсаторе охлаждающей среде (воде или окружающему возду-

ху), превращаясь из парообразного состояния в жидкое. Если тепловой агрегат предназначен для перевода теплоты с "низкого" уровня на "высокий" за счет совершения механической работы, то это называется тепловой насос. В качестве хладагентов используют вещества, обладающие особыми термодинамическими, физико-химическими и физиологическими свойствами, которые должны обеспечивать безопасную и экономичную (с малыми энергозатратами) эксплуатацию холодильной машины. Термодинамические свойства характеризуют хладагент с точки зрения энергетической эффективности его использования, то есть обеспечения минимального расхода энергии на единицу холодопроизводительности.

Основой работы тепловых насосов и холодильной техники является обратный цикл Карно [1], анализ которого английским физиком В. Томсоном (Кельвин) в 1852г. привёл к идее повышения потенциала тепла (температуры) за счёт механической энергии (работы). Но реализована эта идея была почти через 100 лет в виде "теплого насоса"[2] и с той поры получила огромное распространение [3].

Степенью эффективности работы любого цикла является "термический коэффициент полезного действия"[1].

$$\eta_t = \frac{q_1 - q_2}{q_1} = \frac{l}{q_1}, \quad (1)$$

Который показывает какая доля от подведенного в цикле тепла  $q$  расходуется на работу  $l = q_1 - q_2$ .

Для обратного цикла Карно, т.е. для идеального цикла холодильной установки (теплого насоса) используется так называемый "холодильный коэффициент"[1]:

$$\varepsilon = \frac{1}{\eta_t} = \frac{q_1}{q_1 - q_2} = \frac{q_1}{l}, \quad (2)$$

Для тепловых насосов более принято название "коэффициент превращения", который как правило записывается так:

$$\varphi = \frac{q_1}{l}, \quad (3)$$

Он показывает, сколько тепла  $q_1$  может быть подведено к "горячему" источнику при совершении работы.

Если нужно выразить повышение температуры в тепловом насосе, то используют такую энергию.

Важнейшими эксплуатационными характеристиками являются давление и соответствующая им температура насыщения при кипении и конденсации хладагента. Принятые обозначения:  $P_0$  и  $t_0$  – давление и температура кипения,  $P_k$  и  $t_k$  – давление и температура конденсации. При эксплуатации

холодильной машины желательно, чтобы  $P_0$  было выше атмосферного. В этом случае исключается возможность попадания в систему машины воздуха из окружающей среды. От величины разности давлений ( $P_k - P_0$ ) зависит толщина стенок сосудов (конденсаторов, ресиверов и др.), а следовательно, и металлоемкость машины. Важно также и отношение этих величин  $P_k/P_0$ , которое называют иногда «степень сжатия». Более правильно его называть «степень повышения давления». Желательно, чтобы эта величина была малой, так как с ее увеличением растет расход энергии, падает холодопроизводительность машины и ухудшаются объемные и энергетические характеристики компрессора. Крайне желательна низкая (адиабатная) температура конца сжатия пара в компрессоре. От ее значения зависят нагрев компрессора, надежность работы нагнетательных клапанов и возможный срок работы без ремонта. Во многом ее значение определяет конструкцию компрессора: необходимость устройства охлаждающей рубашки, использование встроенного электродвигателя и др.

Температура замерзания хладагента  $t_3$  – это тот нижний предел, который ограничивает возможность использования данного хладагента. Критические температура  $t_{кр}$  и давление  $P_{кр}$  указывают верхний предел области, в которой хладагент может быть в жидком состоянии. Выше критических параметров хладагент находится в газообразном состоянии, когда невозможны процессы кипения и конденсации. Теплофизические свойства хладагентов также очень важны для конструирования и правильной эксплуатации холодильных машин. Плотность хладагента  $\rho$  кг/м<sup>3</sup> влияет на затраты энергии при его циркуляции в трубопроводах и на преодоление сопротивления в клапанах. Величина коэффициента теплопроводности хладагента  $\lambda$ , Вт/м × К влияет на теплоотдачу хладагента при его конденсации и кипении в аппаратах.

Динамическая вязкость  $\mu$ , Па·с также влияет на затрату энергии в клапанах компрессора. К основным физико-химическим свойствам хладагентов относят их электропроводность, растворимость в воде и масле и воздействие на конструкционные материалы. Аммиак хорошо растворяется в воде и практически нерастворим в масле. Фреоны – наоборот: хорошо растворяют масло, но нерастворимы в воде и не проводят электрический ток. Исключительную значимость для безопасной эксплуатации холодильных установок имеют токсичность и пожаро-взрывоопасность хладагентов. Эти свойства иногда называют физиологическими.

Токсичность – это относительное свойство, которое проявляется, если создается опасная степень концентрации хладагента в воздухе. Все хладагенты токсичны: при достаточно высокой концентрации в помещении они вытесняют воздух и вызывают удушье.

Оценивают токсичность коэффициентом токсичной опасности

$$K_{тo} = \rho_{20} / ПДК, \quad (4)$$

где  $\rho_{20}$  – плотность паров хладагента при 20<sup>0</sup>С, а ПДК – предельно допустимая концентрация хладагента в воздухе, мг/м<sup>3</sup>.

#### *Обозначение и классификация хладагентов*

В начале XIX столетия, на ранней стадии развития холодильной техники, хладагенты обозначали химическими формулами:

- аммиак NH<sub>3</sub>;
- двуокись углерода CO<sub>2</sub>;
- хлористый метил CH<sub>3</sub> Cl;
- сернистый ангидрид SO<sub>2</sub>.

Аммиак использовали главным образом в стационарных машинах большой производительности, двуокись углерода применяли в судовых холодильных установках (из-за его низкой токсичности), а хлористый метил и сернистый ангидрид – в малых холодильных машинах и системах кондиционирования воздуха, так как они инертны к цветным металлам.

Однако их высокая токсичность была основной причиной поиска других малотоксичных агентов, которые были синтезированы на базе «чистых» углеводородов (метана CH<sub>4</sub> или этана C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>) путем их фторирования. Фторированные хладагенты – это группа соединений, называемых галогенизированными углеводородами. Они создаются путем замещения одного или большего числа атомов водорода атомами хлора, фтора или брома. Наиболее широкий выпуск таких углеводородов в США осуществляет фирма «Дю Пон» под торговой маркой «Фреон».

Им дали название «хладон», однако очень часто их называют «фреонами», а соответствующие холодильные машины – «фреоновыми», в отличие от аммиачных. В 1974 г. была принята разработанная ИСО специальная система обозначения хладагентов – стандарт ИСО 817-74. Согласно этому стандарту хладагенты обозначают буквой R – первая буква английского слова «Refrigerant» – холодильный агент, с последующим цифровым шифром:

- для хладагентов неорганического происхождения цифры соответствуют молекулярной массе хладагента, увеличенной на 700;

- аммиак NH<sub>3</sub> – R717, двуокись углерода CO<sub>2</sub>, – R744, вода H<sub>2</sub>O – R718.

Хладагенты органического происхождения – фреоны, или хладоны, – также обозначаются буквой R, но цифровой шифр другой:

- последняя цифра равна числу атомов фтора;
- предпоследняя равна увеличенному на 1 числу атомов водорода;
- третья справа равна уменьшенному на 1 числу атомов углерода.

Примеры обозначения ряда хладагентов приведены ниже (таблица 1).

Кроме однородных «чистых» хладагентов, используются также и их смеси. При этом различают: азеотропные смеси, которые в процессах кипения и конденсации ведут себя как «чистые» однокомпонентные вещества. Эти смеси обозначают трехзначными цифрами после буквы R, начиная с 500. Применение смеси позволяет обеспечить работу машины при более

благоприятном режиме. Так, использование азеотропной смеси R502 вместо однородного хладагента R22 позволяет без вакуума понижать температуру кипения до  $-45,6^{\circ}\text{C}$ , в то время как при работе на R22 вакуум наступал уже при температуре кипения  $-40,8^{\circ}\text{C}$ .

Таблица 1 - Обозначения хладагентов по ИСО

Химическая формула хладагента	Название	Обозначение ИСО
$\text{CCl}_3\text{F}$	Фтортрихлорметан	R11
$\text{CCl}_2\text{F}_2$	Дифтордихлорметан	R12
$\text{CClF}_3$	Трифторхлорметан	R13
$\text{CHClF}_2$	Дифторхлорметан	R22
$\text{CH}_2\text{FCF}$	Тetraфторэтан	R134
$\text{CF}_4$	Тetraфторметан	R14
$\text{CH}_2\text{Cl}$	Дихлорметан	R30

*Классификация хладагентов* осуществляется по двум величинам: «нормальной» температуре кипения, соответствующей «нормальному» атмосферному давлению 760 мм рт. ст., обозначают  $t_{\text{он}}$ , а также по давлению насыщения, соответствующему температуре конденсации  $30^{\circ}\text{C}$ , это давление обозначают  $P_{30}$ .

Все хладагенты делят на три группы:

- хладагенты высокого давления:  $P_{30} \geq 2\text{МПа}$ , они же низкотемпературные –  $t_{\text{он}}$  ниже  $-60^{\circ}\text{C}$ ;

- хладагенты среднего давления:  $P_{30}$  меньше 2 МПа, но больше 0,3МПа. Их называют среднетемпературные, так как у них  $t_{\text{он}}$  выше  $-60^{\circ}\text{C}$  и ниже  $-10^{\circ}\text{C}$ ;

- хладагенты низкого давления:  $P_{30}$  меньше 0,3МПа, они же высокотемпературные, так как  $t_{\text{он}}$  выше  $-10^{\circ}\text{C}$ .

Рассмотрим основные свойства и области применения конкретных хладагентов.

#### *Применение хладагентов*

Аммиак – R717, один из «старых» хладагентов, широко используемый до настоящего времени. Это объясняется его большой скрытой теплотой парообразования  $g$  и малыми удельными энергозатратами. Сам он сравнительно дешев, имеет высокую теплопроводность, что способствует хорошей теплоотдаче в процессах кипения и конденсации. Умеренные давления  $P_0$  и  $P_k$  позволяют использовать малометаллоемкое холодильное оборудование. Резкий неприятный запах позволяет легко находить места его утечки из системы. Чистый безводный аммиак не вызывает коррозии металлов, однако в присутствии влаги он воздействует на цветные металлы (медь, латунь), которые поэтому не используют в аммиачных холодильных установках. Аммиак практически не растворяет масло и неограниченно растворяется в воде.



Аммиак проводит электрический ток. Перечисленные свойства объясняют широкое применение аммиака для холодильных установок большой производительности. Однако он имеет высокую токсичность, пожаро- и взрывоопасен при концентрации от 16 до 26,8 %. Допустимая концентрация аммиака в воздухе – 0,5 % объема. При эксплуатации аммиачных холодильных установок предъявляются высокие требования правил безопасности. Пары аммиака легче воздуха, поэтому вытяжную вентиляцию делают из верхней части машинного зала.

Хладоны (фреоны) отличаются от аммиака отсутствием запаха, очень малой токсичностью, пожаро- и взрывобезопасностью. Они хорошо растворимы в масле и нерастворимы в воде. Пары тяжелее воздуха. Их можно использовать в компрессорах со встроенными электродвигателями (герметичных и бессальниковых), так как они не проводят электрический ток. При наличии открытого пламени хладоны разлагаются, образуя фосген – высокотоксичный газ. Поэтому в машинных залах не разрешается курить. Инертны ко всем металлам (черным и цветным). По сравнению с аммиаком, хладоны имеют худшие термодинамические свойства, поэтому удельные энергозатраты выше. Стоимость хладонов существенно выше стоимости аммиака. Указанные свойства хладонов определяют их использование главным образом для машин малой и средней производительности, а также в транспортных холодильных установках и в автономных кондиционерах. Сравнительно недавно было обнаружено, что ряд хладонов, имеющих в своем составе атомы хлора, разлагают озоновый слой атмосферы. В 1986 г. в Монреале был подписан Международный протокол об ограничении производства и контроле за использованием экологически опасных хладонов. К наиболее озоноразрушающей группе относят: R11, R12, R113, R114, R115, R502. Озоноразрушающую активность определяют наличием атомов хлора в молекуле и оценивают потенциалом разрушения озона – ODP.

По степени озоноразрушающей активности хладагенты делят на три группы:

- с высокой озоноразрушающей активностью ( $ODP > 1$ ), это хлорфторуглероды – ХФУ (по международному обозначению – CFC);

- с низкой озоноразрушающей активностью ( $ODP < 0,1$ ), это гидрохлорфторуглероды – ГХФУ (по международному обозначению HCFC), к этой группе относят: R21, R22, R123, R124.

- хладагенты, не содержащие атомов хлора, это: фторуглероды (FC) и гидрофторуглероды (HFC), углеводороды (HC) и др. Они считаются полностью озонобезопасными ( $ODP = 0$ ). К таким агентам относятся: R717, R134a, R125, R32, R23 и др.

Монреальским протоколом запрещено использование хладагентов группы ХФУ с 1 января 1996 г. Для агентов группы ГХФУ установлены более отдаленные сроки – сокращение их производства и использования с 2005



г. и полный запрет с 2020 г. Поэтому в настоящее время ведется интенсивный поиск альтернативных дешевых хладагентов.

#### *Рабочие тела (хладоны) ПТН*

Рабочие тела условно, в зависимости от классификации холодильных машин и тепловых насосов, подразделяются на три группы: низкого давления, или высококипящие (температура кипения  $t_s^*$  выше  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) применяются в высокотемпературных ПТН; среднего давления ( $t_s^*$  от  $10$  до  $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) применяются в среднетемпературных ПТН; высокого давления, или низкокипящие ( $t_s^*$  ниже  $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) применяются в низкотемпературных ПТН (\* при нормальном атмосферном давлении).

В тепловых насосах, как и в холодильных машинах (ХМ), давление кипения зависит от температуры НИТ (хладоносителя в ХМ), а давление конденсации – от температуры нагреваемого теплоносителя (охлаждающей среды в ХМ). В высокотемпературных ПТН температура конденсации ( $t_k$ ) равна или ниже  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ . В них используются малоозоноопасные, разрешенные к применению Монреальским протоколом по веществам, разрушающим озоновый слой Земли, хладоны R142b, R124, R236, а также R744 или CO<sub>2</sub> – углекислый газ. R744 по давлению относится к рабочим телам высокого давления, а по температуре конденсации – к высокотемпературным ПТН. В среднетемпературных ПТН с температурой  $t_k = 80\text{ }^{\circ}\text{C}$  и ниже используются хладоны: R134a, R152a, смеси хладонов R22 и R142b, а в низкотемпературных – хладоны R22, R407c с температурой конденсации ниже  $55\text{ }^{\circ}\text{C}$ . В зарубежных ПТН в основном используются хладоны: в среднетемпературных – R134a, в низкотемпературных – R22 и R407c. Высокотемпературные ПТН, в связи с отсутствием необходимости нагрева теплоносителей для отопления и ГВС свыше  $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ , не применяются.

#### Библиографический список

1. Вукалович М.П. Таблицы термодинамических свойств воды и водяного пара. Москва, Энергия, 1966, 486с.
2. Лобачев П. В. Насосы и насосные станции: Учебник для техникумов. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Стройиздат., 1983. - 191 с
4. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии: Учебник для вузов. -10-е изд., перепеч. с изд. – М.: ООО ТИД 2004 – 753с.

## **IV ЭКОЛОГИЯ. БЕЗОПАСНОСТЬ. РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ**

УДК 332.334(571.150)

### **АНАЛИЗ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗЕМЕЛЬ ГОРОДА НОВОАЛТАЙСКА НА ПРИМЕРЕ КВАРТАЛА**

**Клеменко М.В., Шевцова А.А.**

**Научный руководитель: канд. с.-х. наук, Боронина Н.Ю.**

*Алтайский государственный аграрный университет,  
г. Барнаул, e-mail: klemenko.m.vld@mail.ru*

В статье представлен детальный анализ использования земель квартала города Новоалтайска и характеристика застроенной части рассматриваемой и окружающей территории. Предложены мероприятия по совершенствованию использования и детальный анализ состояния земель г. Новоалтайска на примере квартала. Особое внимание уделяется характеристике данной местности и выявлению негативных процессов, образовавшихся в связи с нерациональным использованием земли на протяжении длительного времени.

Ключевые слова: город, генеральный план, источники загрязнения, рациональное использование земель, озеленение, квартал.

В настоящее время наблюдается переселение жителей г. Барнаула в близлежащие населенные пункты. Это связано с тем, что Барнаул (центр Алтайского края) перенаселен с высокой степенью плотности застройки и плотности населения и высокой стоимостью жилого фонда. Поэтому, для улучшения санитарно-эпидемиологических и социально-бытовых условий жители Алтайского края отдают предпочтение месту работы в г. Барнауле, а месту жительства – в окружающих краевой центр населенных пунктах, в частности г. Новоалтайску.

Город является сложным градостроительным образованием. Он состоит из различных территориальных зон и структурных элементов [3]. В настоящее время все более актуальным встает вопрос рационального использования земель города Новоалтайска в связи с тем, что он считается так называемым городом-спутником Барнаула.

Новоалтайск – город (с 8 мая 1942 года) в Алтайском крае России. Административный центр Первомайского района. Площадь города 7180 га с общей численностью населения 74 тысячи человек.

Анализ и совершенствование использования земель города Новоалтайска было рассмотрено на примере квартала, расположенного в микрорайоне 11, который расположен в северо-восточной части города.

Согласно генерального плана развития города Новоалтайска изучаемая

территория относится к зоне общественно-деловой застройки, в которой могут быть размещены здания и сооружения общественного назначения, а также зоны жилой застройки [2].

При анализе использования территории были рассмотрены Градостроительный план города Новоалтайска, схема землепользования и застройки Новоалтайска, публичная кадастровая карта и проведено полевое обследование рассматриваемого объекта.

Микрорайон 11 расположен в северо-восточной части города Новоалтайска. Участок расположен в зоне существующей жилой и общественной застройки. Общая площадь микрорайона – 42,28 га. Площадь жилой застройки – 13,9 га. Остальная площадь занята пустырем. Рассматриваемый участок имеет прямоугольную форму.

Современная застройка объекта исследования представлена в основном домами секционного типа средне- и многоэтажными жилыми домами. Наблюдается тенденция развития данной территории.

Всего в квартале 32 зданий и сооружений. Из них: 7 одноэтажных частных жилых дома с приусадебными участками при них в среднем по 3-4 сотки, которые находятся в неудовлетворительном состоянии по физическим характеристикам; многоэтажная жилая застройка представлена: двумя девятиэтажными, построенными в 20 веке, три новых 10-этажных жилых дома и два строящихся 10-этажных; среднеэтажные жилые дома представлены тремя пятиэтажными и тремя трехэтажными; 1 десятиэтажный жилой дом с продуктовым магазином расположенном на первом этаже.

Анализ экологической ситуации города Новоалтайска показывает, что высокий уровень техногенной нагрузки на окружающую среду в течение длительного времени привел рассматриваемую территорию к высокому уровню загрязнения

В результате полевого обследования земельной территории микрорайона было установлено, что большая часть жилого фонда, представленная усадебными домами, имеет значительный процент физического износа (более 70 %) и находится в аварийном состоянии. Наблюдается захламление многих участков, экологическая ситуация крайне обостренная; с территориальной точки зрения наблюдается уменьшение процента озеленения улиц за счет нарушения использования земель, отведенных под озеленение.

В настоящее время основным источником загрязнения атмосферы в микрорайоне является местное отопление, используемое в частном. Эту проблему можно решить, заменив индивидуальную жилую застройку на многоэтажные секционные дома с централизованной системой отопления

Хозяйственно-бытовые стоки от многоэтажных домов отводятся в существующий самотечный канализационный коллектор и далее на КНС и на городские очистные сооружения полной биологической очистки, а от частного сектора – в местные выгребные ямы, что является источником загрязнения почвы и подземных вод. Отвод поверхностных вод с территории участка не

организован, возникают ситуации размыва почвы и застаивания поверхностных вод, что ухудшает санитарное состояние территории. Также наблюдается самовольная установка железных гаражей для хранения личного транспорта жителей территории.

Основными источниками загрязнения почвы в квартале являются: наличие несанкционированных свалов в районе размещения существующих усадебных жилых домов и гаражей, а также метные канализационные ямы (септики).

В настоящее время эта территория используется неэффективно и это доказывается наличием в центральной части города ветхой малоэтажной застройки [1].

Для совершенствования использования земель рассматриваемой территории и улучшения общего экологического состояния окружающей среды предложен ряд мероприятий:

1) снос индивидуальной жилой застройки и самовольно установленных гаражей;

2) на освобожденной территории и на пустыре строительство новых многоэтажных домов из современных экологически чистых материалов с применением централизованного инженерного оборудования;

3) строительство детского сада и школы с благоустроенными и озелененными земельными участками при них;

4) размещение спортивной территории со всеми элементами благоустройства, включая озеленение;

5) создание безопасных детских площадок на придомовых территориях с целью организации досуга;

6) дополнительное благоустройство и озеленение территории;

7) отвод поверхностных вод с территории путем проектирования вертикальной планировки и смешанной уличной системы канализации;

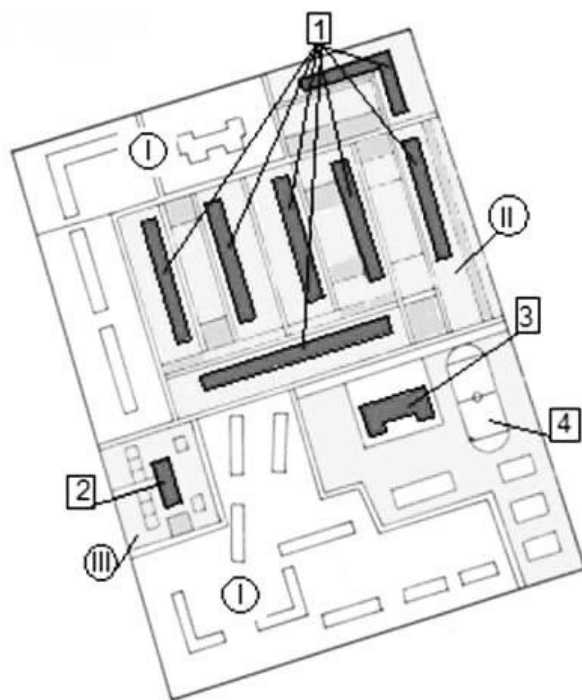
8) организация своевременного вывоза мусора;

9) благоустройство асфальтированных дорожек, цветников и газонов.

10) хранение личного транспорта в подземных гаражах или на подземных парковках.

Схема композиционной застройки микрорайона представлена на рисунке 1.

Предложенный комплекс мероприятий по рациональному использованию земель повлияет положительно не только на социальную, бытовую, санитарно-эпидемиологическую и экологическую ситуацию, но и на экономическую.



2 – проектируемое детское дошкольное учреждение; 3 – проектируемая общеобразовательная школа; 4 – проектируемая спортивная территория

Рисунок 1 - Композиционная застройка квартала: I – зона существующей сохраняемой застройки; II – зона планируемой новой застройки;

III – зона измененного вида разрешенного использования;

1 – проектируемые многоэтажные жилые дома;

Согласно предварительным расчетам инвестор может получить прибыль от продажи нового жилого фонда с учетом затрат на строительство и возмещение ущерба при сносе старого ветхого жилого фонда в 1,5 млрд рублей. А в результате освоения незастроенной территории в бюджет города только от использования жилой площади произойдет увеличение налога на 1,3 млн. рублей.

#### Библиографический список

1. Боронина Н.Ю., Лучникова Н.М. Анализ использования земель города Барнаула на примере территорий объектов культурного наследия. Аграрная наука – сельскому хозяйству: Сборник материалов: в 2 кн./XIV Международная научно-практическая конференция (7-8 февраля 2019г.). - Барнаул: РИО Алтайского ГАУ, 2019.– Кн.2. - С. 306-308.
2. Генеральный план города Новоалтайска до 2025года.
3. Севостьянов А.В., Конокотин Н.Г. Градостроительство и планировка населенных мест. - Москва, КолосС. 2012.- 398 с

## ТЕОРИИ МОТИВАЦИИ

**Воробьев С.В.**

**Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Михайличенко Т.А.**

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

Приводится краткий обзор современных теорий мотивации на базе достижений научного менеджмента, их классификация и характеристика.

Ключевые слова: модель поведения, содержательные и процессуальные теории поведения, принцип дефицита, принцип приоритетности.

Традиционная модель мотивации была предложена основателем научного менеджмента Фредериком Тейлором в начале двадцатого века.

По его мнению, руководители должны определять наиболее эффективные способы выполнения повторяющихся заданий, а затем побуждать работников к достижению наивысшей производительности, используя системы денежных стимулов. Чем выше производительность труда работника, тем больше ему платят. Ф. Тейлор - создатель теории научного управления, применил свою теорию на заводах Генри Форда в конвейерной системе организации производства.

Школа человеческих отношений. Доктор Мэйо. Хоторнские (в США, Хоторн) эксперименты «за стеклом» сотрудников телефонной компании. Выявление социальных факторов воздействия: дружеские, неформальные отношения, внимание руководителей к подчиненным, групповые нормы, представление о поведении и отношении к работе, которые считаются допустимыми, осведомленность работников по важнейшим вопросам, касающимся их интересов.

Современные теории мотивации условно делятся на две группы:

- Содержательные - идентифицируют потребности, которые заставляют людей действовать;

- Процессуальные - рассматривают, как ведут себя люди с учетом их восприятия и познания.

*Содержательные теории мотивации.* Одна из наиболее известных моделей мотивации принадлежит Абрахаму Маслоу (1943). «Особенность человека заключается в том, что он на протяжении всей жизни что-то желает», - писал А. Маслоу. Исследуя поведение человека, Маслоу отмечал, что людьми движет стремление к удовлетворению большого числа потребностей, которые автор разделил на пять групп и предложил рассматривать основную мотивацию человека как иерархию из пяти уровней (рисунок):

- физиологические потребности - необходимые для выживания: еда, жилье, отдых;

- потребность в безопасности и защищенности физической, социаль-

ной, психологической, стремление к уверенности в завтрашнем дне, резерв для исключения неожиданного попадания на 1-й уровень;

- социальные потребности - принадлежности, причастность, социальное взаимодействие;

- потребность в уважении, повышении своей значимости - признание своих достижений, желание выделиться;

- потребность самовыражения - реализации потенциала. Данная потребность практически не насыщаема.



Рисунок 1 – Схема мотивации человека как пятиуровневая иерархия

В соответствии с концепцией А. Маслоу, у человека должны быть удовлетворены сначала потребности более низкого уровня, чтобы он мог начать удовлетворять потребности более высоких уровней.

Два низших уровня пирамиды и её высший уровень отражают направленность человека на себя, на удовлетворение собственных потребностей.

Третий и четвертый уровни отражают стремление человека к взаимодействию, к коммуникациям, потребность ощущать себя ценным другими и самим собой. Человек - существо живущее и индивидуально, и вместе.

Позднее А. Маслоу внес коррективы: «...поведение, как правило, детерминировано не одной отдельно взятой потребностью, а совокупностью нескольких или всех базовых потребностей».

Отдельные потребности влияют на поведение в соответствии с двумя основными принципами:

- принцип дефицита - удовлетворенная потребность не мотивирует. Действия людей направлены на реализацию еще не удовлетворенных потребностей;

- принцип приоритетности - люди всегда хотят большего, и то, что они хотят, зависит от того, что они уже имеют.

*Процессуальные теории мотивации.* Мотивации анализируют то, как человек распределяет усилия для достижения различных целей и как выби-

рает конкретный вид поведения. Процессуальные теории не оспаривают существования потребностей, но считают, что поведение определяется не только ими.

*Теория ожиданий Виктора Вруна.* Наличие активной потребности не является единственным необходимым условием мотивации человека на достижение определенной цели. Человек должен так же надеяться на то, что выбранный им тип поведения действительно приведет к удовлетворению или приобретению желаемого. Ожидание можно рассматривать как оценку данной личностью вероятности определенных событий.

При анализе мотивации к труду теория ожидания подчеркивает важность трех взаимосвязей:

*Ожидание, что Затраты, усилия = Результат, вознаграждение, удовлетворенность.*

Если человек чувствует, что равенства между затраченными усилиями и достигнутыми результатами нет, то, согласно теории ожидания, мотивация будет ослабевать и субъект будет избегать данную модель поведения.

Достижение требуемого уровня вознаграждения может повлечь за собой внутреннее вознаграждение, такое как чувство удовлетворения от выполненной работы, чувство компетентности и самоуважения, а также внешнее вознаграждение, такие как похвала руководителя, премия, продвижение по службе.

Внешнее и внутренне вознаграждение ведут к удовлетворению. Удовлетворение является мерилем того, насколько ценно вознаграждение на самом деле. Эта оценка будет влиять на восприятие человеком будущих ситуаций.

*Теория справедливости Джона Адамса.* Рассматривает мотивацию не с точки зрения индивидуальных потребностей человека, а на основании сравнения себя с другими.

Теория справедливости предполагает, что человек постоянно сравнивает себя с другими людьми по двум переменным: вкладу и результату. Под вкладом понимается тот вклад, который сам работник и другие люди вносят в работу: время, рабочие усилия, объем продукции или услуг. Результат — это то, что сам работник и другие получают от работы: оплата, льготы, престиж.

Люди субъективно определяют отношение полученного вознаграждения к затраченным усилиям и затем сравнивают его с вознаграждением других людей, выполняющих аналогичную работу. При этом возможны три варианта оценки таких сравнений:

- недоплата,
- справедливая оплата,
- переплата.

Те сотрудники, которые считают, что им не доплачивают, по сравнению с другими, испытывают чувство обиды, неудовлетворенности, раздражения, демотивации, что ведет к снижению интенсивности, производительности в работе и элементам саботажа.



*Теория подкреплений Берреса Скиннера.* Теория стоит особняком от других теорий и описывает взаимосвязь прошлого и последующего в поведении.

Согласно теории Б. Скиннера, мотивация — это циклический процесс научения, в котором последствия поведения в прошлом влияют на последующие действия людей. Модель управления мотивацией:

*Стимул => Реакция => Последствия => Будущая реакция*

Если последствия позитивны, то субъект будет стремиться максимизировать их, действовать в подобных ситуациях аналогичным образом, если последствия негативны или неприятны, то будет стремиться изменить свое поведение, чтобы избежать этих последствий.

#### Библиографический список

1. Захаров П., Пересыпкин С. Культура безопасности труда: Человеческий фактор в ракурсе международных практик / П. Захаров, С. Пересыпкин // Управление персоналом. - 2019. - №20.

УДК 620.1-1/-9

## **ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ СОВРЕМЕННОЙ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ**

**Александрова О.А.**

**Научный руководитель: канд. тех. наук, доцент Михайличенко Т.А.**

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

В настоящее время качество предоставляемых услуг производителями тепловой энергии падает. Привлеченных средств не хватает на реконструкцию тепловых сетей и котельных. Поэтому в данной работе предлагается рассмотреть и обобщить те инновационные технологии, которые существуют сегодня в сфере теплоснабжения.

Ключевые слова: системы отопления, теплоноситель, энергия, экономия, воздух.

Плохая теплоизоляция на магистральных линиях позволяет зимой наблюдать зеленую траву, что показывает излишний расход тепловой энергии. Использование современных материалов для устройства теплоизоляции труб позволит значительно сэкономить тепловую энергию при транспортировке к потребителям [1]. Вспененный каучук рекомендован как перспективный теплоизоляционный материал для трубопроводов тепловых сетей с температурным режимом 95-70 °С в сквозных и непроходных каналах, систем горячего водоснабжения, прокладываемых в технических подвалах и

подвалах зданий (рисунок 1).



Рисунок 1 - Изоляция теплопроводов каучуком

Регулярная и качественная промывка сетей централизованного тепло-снабжения является предпосылкой их устойчивой и безотказной работы [2]. Очевидно, что всевозможные зарастания, накипь и отложения на внутренних стенках устройств тепловых сетей приводят к значительным финансовым затратам. Скорость потока в трубах значительно снижается, в результате увеличивается стоимость электроэнергии, необходимой для поддержания требуемой температуры. Кроме того, образование отложений приводит к преждевременному выходу трубы из строя (рисунок 2). Частых промывок можно избежать, установив фильтры для смягчения воды перед попаданием в тепловую сеть. Если тепловые сети не промывались 3-5 лет, то за это время производительность системы снижается почти на 50 процентов, а это влечет за собой перерасход энергии. Кроме того, высока вероятность возникновения чрезвычайной ситуации. Сегодня очень популярна промывка тепловых сетей гидродинамическим методом, заключающимся в размягчении отложений, их разрушении и удалении с трубопроводов. Вода и воздух под давлением подаются в рабочую зону промывочным насосом и циркулируют в ней определенное время. Из-за создаваемой турбулентности отложения растворяются и уносятся водно-воздушным потоком.

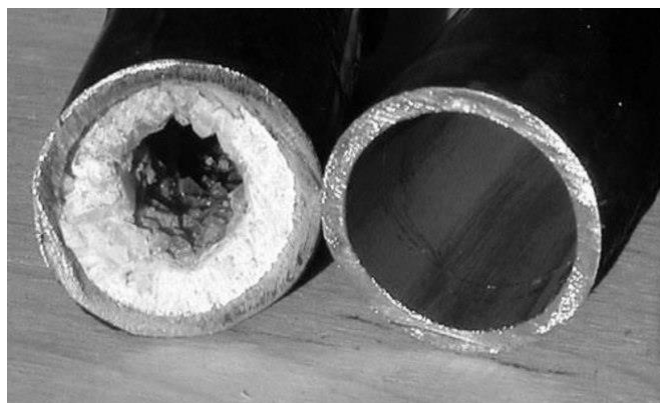


Рисунок 2 - Трубопровод до и после промывки

К современным системам отопления можно отнести такие, в которых отопительные приборы оснащены термостатическими клапанами. Термостаты экономят до 20 % тепла, используемого для отопления помещений (рисунок 3).



Рисунок 3 - Балансировка двухтрубной системы отопления при помощи термостатического клапана

И здесь на первый план выходят вертикальные двухтрубные системы и горизонтальные квартирные системы. Вертикальные двухтрубные системы напрямую экономят тепло. В случае перегрева помещения термостат останавливает или ограничивает доступ теплоносителя к прибору. Теплоноситель поступает в устройство соседнего помещения, и если это помещение перегреется, его термостат тоже закроется. Таким образом, лишний теплоноситель исключается из обращения. Преимущества двухтрубной системы - экономия тепла и автономное отопление квартир. Горизонтальные квартирные системы оптимальны по теплотехнике и гидравлике. Они более экономичны и наименее уязвимы в случае несанкционированной реконструкции, имеют эстетические преимущества и позволяют сэкономить потребление тепловой энергии на квартиру.

Сейчас в строительстве используются лучшие материалы, устанавливаются герметичные окна и двери, а в борьбе за экономию тепла создаются герметичные помещения, в которые свежий воздух вообще не проникает. Но надо дышать. И дышать свежим чистым воздухом. Идеальное решение этого вопроса - вентиляционные устройства, сохраняющие тепло зимой и холод летом. Такое устройство называется рекуператором воздуха [3].

Именно рекуператоры могут сделать каждое новое здание энергоэффективным. Поскольку отработанный воздух выбрасывает теплый воздух на улицу, мы можем использовать его для нагрева приточного холодного воздуха. Удаляемый из помещения отработанный воздух проходит через специальную теплообменную кассету, в которой он нагревает охлажденный приточный воздух через стенки теплообменника. Приточный и вытяжной токи не смешиваются, они только передают или отводят тепло от стенок теплообменника. Приточно-вытяжные установки работают эффективно даже при температурах ниже  $-30^{\circ}\text{C}$  (рисунок 4).

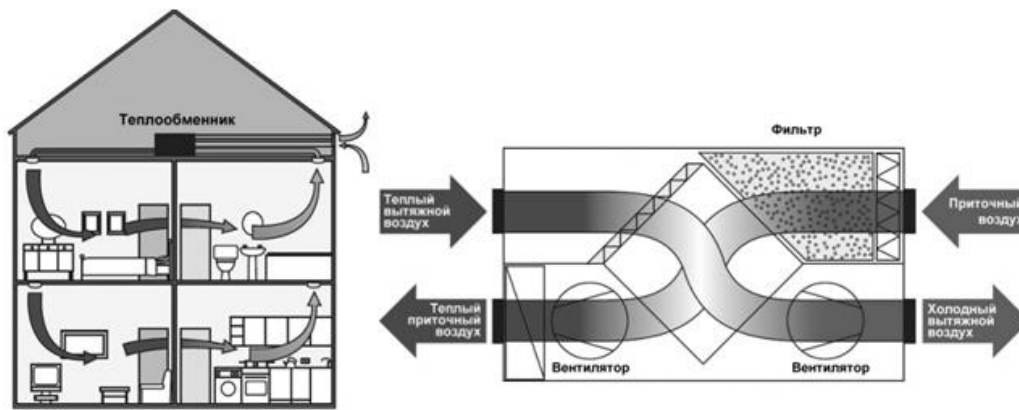


Рисунок 4 - Схема установки рекуператора

В целях экономии тепловой энергии для нужд систем отопления и горячего водоснабжения на рынке энергосберегающего оборудования появился новый класс продукции –термомайзеры [4]. Их можно использовать практически в любой системе отопления и горячего водоснабжения. Термомайзеры предназначены для автоматического регулирования температуры горячей воды. Термомайзер позволяет сэкономить расход теплоносителя первого контура, а, значит, и деньги (рисунок 5).

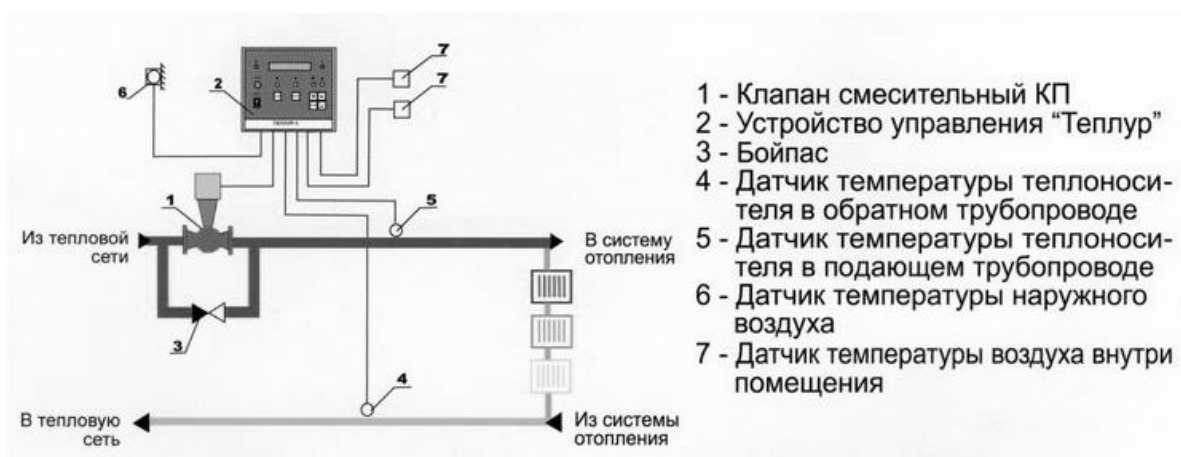


Рисунок 5 – Применение термомайзера

Экономия, достигаемую за счет установки термомайзера, можно объяснить двумя факторами: во-первых, если теплоноситель сохраняет высокую температуру после прохождения через систему отопления, она повторно используется системой и не попадает в установки центрального теплоснабжения. Вторичное использование теплоносителя дает неоспоримый плюс, поскольку для обеспечения необходимой температуры требуется гораздо меньшее количество первичного теплоносителя, чем без использования термомайзера. Такой вариант подходит для жилых, общественных и офисных зданий; во-вторых, благодаря термомайзеру мы можем регулировать нужную нам температуру теплоносителя в то время, когда помещение не ис-

пользуется. Таким образом, снижается расход тепловой энергии, а, следовательно, и ее экономия.

Датчик наружной температуры термомайзера чувствителен к изменениям температуры наружного воздуха. Динамика контролируется, поэтому в здании всегда поддерживается заданная температура. Устройство имеет долгий срок службы. В зависимости от качества теплоносителя может работать 15-20 лет. Практика реализации энергосберегающих проектов в жилищно-коммунальном хозяйстве показывает: экономия расхода тепла при использовании терморегулятора может достигать 50-60 %, снижение платы за потребленное тепло на 30-40 %.

#### Библиографический список

1. Варфоломеев Ю.М., Кокорин О.Я. Отопление и тепловые сети. – Москва: ИНФРА – Москва, 2010 . – 480 с.
2. Смирнова М.В. Теплоснабжение. – Волгоград: Издательский дом «ИН-ФОЛИО», 2009.– 317 с.
3. Вентиляционные устройства ALASCA [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.alasca.ru> (дата обращения: 15.09.2020).
4. Энергоэффективная Россия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://energosber.info/articles/energy-tools/61692/>(дата обращения: 15.09.2020).

УДК 620

## АНАЛИЗ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОЙ СИСТЕМЫ УТИЛИЗАЦИИ ГАЗОВ

**Сухомлина С.Ю.**

**Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Коротков С.Г.**

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

В данной работе рассматривалась проблема утилизации конвертерных газов. Проводился анализ новой схемы отвода и очистки вторичного энергетического ресурса в целях его использования для теплотехнических нужд производства.

Ключевые слова: конвертер, вторичный энергетический ресурс, сухая газоочистка, конвертерный газ, газоотводящий тракт.

Современный кислородно–конвертерный процесс, получивший широкое распространение в мире благодаря технологическим возможностям, является в настоящее время ведущим сталеплавильным процессом. Причем в последние годы по многочисленным сведениям, несмотря на кризисные явления в мировой металлургии, доля конвертерной стали стабилизировалась и

сохраняется на уровне 70-75 % общего объема выплавляемого металла [1].

Конверторный газ содержит до 85–90 % CO и имеет низшую теплоту сгорания 11 МДж/м<sup>3</sup> (2628 ккал/м<sup>3</sup>). Выход газа за одну плавку конвертора объемом 400 т составляет 160 000 м<sup>3</sup>. Конверторный газ имеет температуру 1600 °С, его теплоемкость составляет 1,4 КДж/м<sup>3</sup>. Таким образом, с одной плавки конвертора образуется ресурс с энергией 1760 ГДж (60,08 т у.т.). Так же он является высококачественным технологическим и энергетическим топливом. Благодаря высокому содержанию CO, малому выходу продуктов сгорания на единицу теплоты, конвертерный газ выгодно использовать и в качестве восстановителя, тем самым, улучшая экологическую ситуацию за счет снижения выбросов вредных веществ, а так же и в виде сырья, переработка которого будет способствовать получению электроэнергии.

В практике конвертерного производства используется газоочистка с дожиганием и без дожигания CO. В качестве топливных вторичных энергетических ресурсов конвертерный газ используют при отводе газа без дожигания. В этом случае он представляет собой весьма ценное технологическое и энергетическое топливо. В большинстве случаев оказывается целесообразным использовать не только физическое тепло отходящего газа, но и утилизировать его как химическое сырье или топливо [3]. Чтобы утилизировать конвертерный газ, как технологический, его отводят, охлаждают и очищают, в основном, в электрофильтрах.

Для охлаждения конвертерных газов используют разнообразные по конструкции и принципу действия котлы-утилизаторы, получившие название охладителей конвертерных газов (ОКГ).

Система газоочистки должна обеспечить снижение содержания пыли независимо от способа отвода и охлаждения конвертерных газов, выбрасываемых в атмосферу. В настоящее время в мировой практике существует большое разнообразие систем и конструкций газоочистных аппаратов. Все их можно объединить в три большие группы по способам очистки: сухую, мокрую и электроочистку [4].

Сравнивая мокрую и сухую очистку газов, необходимо отметить, что капитальные затраты на мокрую очистку составляют лишь около 70% от капитальных затрат на сухую очистку. Однако в системе мокрой очистки необходимо поддерживать высокий перепад давления, что обуславливает применение более мощных дымососов и более высокий расход электроэнергии, так же образуется шлам, требующий обезвоживания, сушки или захоронения. Сухие системы позволяют обойтись без установки по обезвоживанию шлама и очистки воды. Пыль из систем сухого типа можно брикетировать и использовать в сталеплавильном процессе. Эти особенности, характерные для сухих систем очистки, значительно снижают эксплуатационные затраты. Кроме того, более высокая эффективность очистки позволяет полностью удовлетворить требования международного законодательства, относящиеся к загрязняющим выбросам конвертеров, в том числе более строгие

требования, которые можно ожидать в будущем. Поэтому системы сухой очистки с утилизацией газа обычно оказываются более экономичными по сравнению с системами мокрой очистки[4]. Ниже представлена энерготехнологическая схема для утилизации конвертерных газов (рисунок 1).

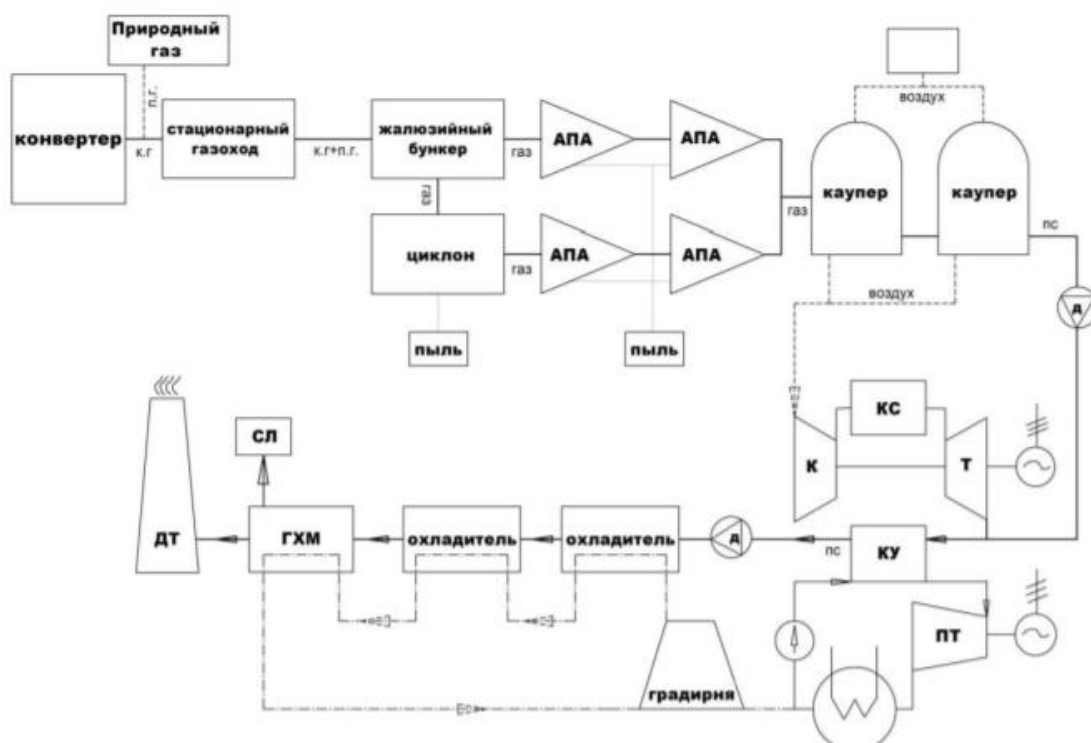


Рисунок 1 - Энерготехнологическая схема утилизации конвертерных газов  
 АПА - аэродинамический аппарат очистки газа от пыли, КГ – конвертерный газ, ПГ – природный газ, Д – дымосос, К – компрессор, КС - камера сгорания, Т – турбина, КУ – котел утилизатор, ПТ – паровая турбина, ГХМ – газохолодильная машина, ДТ – дымовая труба, СЛ – сухой лед

Для использования конвертерного газа в качестве топлива или химического сырья он должен быть предварительно охлажден перед газоочисткой до 200–300°С и соответственно очищен от пыли. В данном случае в схеме реализована подача природного газа в область выхода конвертерного газа, и их смешения. Конверторный газ, образующийся, при продувке металла в конвертере поступает в водоохлаждаемый кессон, где смешивается с природным газом, поступающей через патрубки для подачи газа. В результате такого смешения температура смеси понижается, а теплотворная способность смеси повышается до 12-16 МДж/м<sup>3</sup>, при этом частицы пыли начинают оплавляться. Происходит снижение запыленности на 15 %. При подаче природного газа в конвертерный газ с температурой 1700 °С, создаются необходимые условия для химической реакции и максимально использования химической энергии конвертерного газа, отходящего после конвертера, соответственно повышая уровень использования этой энергии [2]. Подача природного газа осуществляется в размере не более 0,10 м<sup>3</sup>/кг<sup>3</sup> во избежание об-

разования его избытка, что повлечет к образованию сажи и ухудшению протекания химической реакции. При смешении конвертерного газа с природным, происходит снижение температуры с 1600-1700°C до 950-1000°C за счет химической реакции между  $\text{CO}_2$  и  $\text{CH}_4$ ,  $\text{CO}_2 + \text{CH}_4 = 2\text{CO} + 2\text{H}_2$ . Объем полученной смеси возрастает на 7-9%, содержание  $\text{CO}$  повысится до 95% и 5% будет составлять  $\text{H}_2$ .

Данная схема предполагает уход от существующей схемы утилизации конвертерного газа, а именно отказ от мокрой очистки газа. Мокрые газоочистки обладают рядом недостатков, к которым относятся большой расход воды 3,5–7,2 м<sup>3</sup> на 1000 м<sup>3</sup> газа, организация сложной и громоздкой системы оборотного цикла водоснабжения, утилизация шлама, высокий расход электроэнергии для обеспечения работы системы газоочистки. Также при охлаждении конвертерного газа имеется возможность насыщения газа водяными парами, что не очень желательно с точки зрения использования этого газа, как технологический продукт, так как имеется возможность насыщения водородом. В тоже время сбивается температура газа, а значит, теряется энергетический потенциал ВЭР[3].

Применение конвертерного газа в качестве топлива является одним из резервов экономии топливно-энергетических ресурсов. Однако, применение его затруднено, в связи по следующим причинам: непостоянством выхода конвертерного газа как по времени, так и по количеству; резкими колебаниями состава газа в разные периоды плавки; возможностью подсоса в газоотводящий тракт воздуха, что может привести к образованию газокислородной смеси и взрыву у потребляющих агрегатов. Для компенсации неравномерного выхода и усреднения состава газа применяют газгольдеры.

Возможность применения конвертерного газа для восстановления железорудного сырья обусловлена его высоким восстановительным потенциалом. Это создает предпосылки к разработке эффективной схемы использования газа, включающей получение металлизированного продукта и последующее применение его в конвертерной плавке.

#### Библиографический список

1. Кривандин В.А., Теплотехника металлургического производства [Текст] / В.А. Кривандин, В.В. Белоусов, Г.С. Сборщиков и др. – М.: МИСиС, 2001.
2. Близнюков, А. С. Инновационные решения в области очистки и утилизации отходящих газов в сталеплавильном производстве // Новости черной металлургии за рубежом.- 2010 - №5. – с. 77-80.
3. Воскобойников В.Г. Общая металлургия: Учебник для вузов [Текст] / В.Г. Воскобойников, В.А. Кудрин, А.М. Якушев М. и др. – М.: Металлургия, 1985.
4. Haworth D., Hemming G. // Iron and Steel Engineer. – 1995. – V. 5. – P. 25–30.



## СОДЕРЖАНИЕ

<b>I НОВЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ</b> .....	3
СОЗДАНИЕ ВЕРХНЕГО УРОВНЯ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ КОМПЛЕКСОМ ОБОГАТИТЕЛЬНОЙ ФАБРИКИ «ШАХТА № 12» <b>Иванов Д.В., Коровин Д.Е.</b> .....	3
МОДЕРНИЗАЦИЯ ВЕРХНЕГО УРОВНЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ОБОГАТИТЕЛЬНОЙ ФАБРИКОЙ «БАРЗАССКОЕ ТОВАРИЩЕСТВО» <b>Коровин Д.Е., Иванов Д.В.</b> .....	8
РАЗРАБОТКА ГРАФИЧЕСКИХ ПРИЛОЖЕНИЙ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ПО МАТЕМАТИКЕ В СРЕДЕ SCILAB <b>Бочаров В.В., Парий С.С., Харенко О.Н.</b> .....	12
АВТОМАТИЗАЦИЯ БИЗНЕС-ПРОЦЕССА ДВИЖЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ <b>Губина А.А.</b> .....	17
РЕЖИМЫ НАСТРОЙКИ ЧАСТОТНОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ПРИВОДА ЛИФТОВ ДЛЯ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ПРОСКАЛЬЗЫВАНИЯ КАНАТОВ <b>Гуров А.М., Дурнев А.А., Полосухин А.Е.</b> .....	22
УЧЕБНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ КОМПЛЕКС ПРОЦЕССОВ ПРОВЕТРИВАНИЯ В ШАХТЕ <b>Загидулин И.Р.</b> .....	26
КОМПЬЮТЕРНОЕ ЗРЕНИЕ <b>Климачёв А.В.</b> .....	30
СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОЙ КЛАССИФИКАЦИИ ЗАЯВОК ИТ-ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ <b>Сергеев В.С., Новашов Е.В.</b> .....	34
ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ СФЕРЫ СОЦИАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ НАСЕЛЕНИЯ РЕГИОНОВ РОССИИ (ОБЗОР) <b>Жалнова Э.М.</b> .....	38
МОДЕЛИРОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СОСТОЯНИЙ И СИСТЕМ ЛОГИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ <b>Тамаркина Е.В.</b> .....	42
РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОННЫХ ЧАСОВ НА ОСНОВЕ ПРОГРАММНО-АППАРАТНОЙ ПЛАТФОРМЫ ARDUINO <b>Фролова Т.А.</b> .....	46
РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ВХОДНОГО КОНТРОЛЯ МЕТАЛЛОПРОКАТА (В УСЛОВИЯХ ОАО «ТРАНСМАШ», Г. ЭНГЕЛЬС) <b>Акимова А.А., Вечканова Э.И., Князева А.Н., Никонова Е.И., Пронина Ю.В.</b> .....	49

О МОДИФИКАЦИИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ФИНАНСОВОГО ПОМОЩНИКА «ФП МЕТОД» <b>Лоншаков С. М., Соболев В. И., Розин И. В.</b> .....	54
ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА МЕХАНИЗМА МАШИННОГО ЗРЕНИЯ НА ОСНОВЕ ИНФРАКРАСНЫХ ДАТЧИКОВ <b>Гасымов Р.Р., Монастырева К.И.</b> .....	57
ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ХРАНЕНИЯ ДАННЫХ В ОРГАНИЗАЦИЯХ С ВЫСОКИМ УРОВНЕМ КОНФИДЕНЦИАЛЬНОСТИ ИНФОРМАЦИИ <b>Ефимчик А.А., Губанов К.Н.</b> .....	60
ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ ИНФОРМАЦИОННОГО ИНТЕРНЕТ-ПОРТАЛА О КУРОРТЕ «ШЕРЕГЕШ И ГОРА ЗЕЛЕНАЯ» <b>Катохина Е.М.</b> .....	65
ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ АЛГОРИТМА ТОРГОВЫХ ПРЕДЛОЖЕНИЙ КЛИЕНТУ ИНТЕРНЕТ-МАГАЗИНА <b>Чупин А.В., Малосай А.К., Миловец Я.А.</b> .....	68
ПРИНЦИПЫ РАЗРАБОТКИ ИНТЕРНЕТ-МАГАЗИНА «BEAUTY&CARE» <b>Мерц М.В., Медведева Е.Д.</b> .....	71
ВЛИЯНИЕ ВИДЕОИГР НА ПСИХОФИЗИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ЧЕЛОВЕКА <b>Тырышкин Н.Д., Пензин К.Д., Хлуднев А.С.</b> .....	75
ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ ПЕРЕВОДЧИКА С ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТЬЮ <b>Шевченко Е.Е., Сметанникова Е.Д., Кутуков А.В., Шайдуров С.П.</b> .....	79
ОСОБЕННОСТИ ИГРОФИКАЦИИ ПРОФОРИЕНТАЦИИ В ПРОЕКТЕ «НАЙДИ СВОЙ ПУТЬ» <b>Гейль К.Э.</b> .....	82
ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ ФИРМЕННОГО СТИЛЯ ДЛЯ ИНТЕРНЕТ-ПОРТАЛА С УЧЕТОМ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКИХ АССОЦИАЦИЙ <b>Монастырева К.И., Шевченко Е.Е.</b> .....	85
ИГРОФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА ОБУЧЕНИЯ ДОШКОЛЬНИКОВ АЛФАВИТУ ПРИ ПОМОЩИ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ <b>Чернова Л.В., Арыкова С.К.</b> .....	89
ПРИМЕНЕНИЕ ГИБРИДНОГО МЕТОДА ШИФРОВАНИЯ В ХРАНИТЕЛЕ ПАРОЛЕЙ <b>Фурсова К.А., Калинин Ю.Д., Стародумов Е.А., Максунова А.В.</b> .....	92
АКТУАЛЬНОСТЬ РАЗРАБОТКИ САЙТОВ ДЛЯ ПРОХОЖДЕНИЯ ОНЛАЙН ТЕСТИРОВАНИЯ ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА <b>Кряжевских Н.А.</b> .....	95
АЛГОРИТМ ПОИСКА ФАЙЛОВ В ОС ANDROID <b>Четвертков Е.В.</b> .....	99

СОЗДАНИЕ ИНТЕРАКТИВНОГО КВЕСТА ДЛЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ОРИЕНТАЦИИ <b>Гасымов Р.Р., Михайлов Д.А.</b> .....	103
ПЛАТА УПРАВЛЕНИЯ ШАГАЮЩИМИ МЕХАТРОННЫМИ СИСТЕМАМИ: ПРИНЦИП РАБОТЫ И РЕАЛИЗАЦИЯ <b>Мяхор Д.А.</b> .....	108
РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА УПРАВЛЕНИЯ КОЛЁСНЫМИ БАЛАНСИРУЮЩИМИ РОБОТАМИ <b>Мяхор Д.А.</b> .....	112
ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКЦИИ ШАГАЮЩЕЙ РОБОТОТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ СОБСТВЕННОЙ РАЗРАБОТКИ ANDROMEDA <b>Мяхор Д.А.</b> .....	116
<b>II ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ</b> .....	119
ИСПЫТАНИЕ НА ОДНООСНОЕ СЖАТИЕ ОБРАЗЦОВ ПОРОДЫ НЕПОСРЕДСТВЕННОЙ КРОВЛИ, ВЗЯТОЙ В УСЛОВИЯХ ООО «ШАХТА «РАСПАДСКАЯ» <b>Павздерин К.А., Елкина Д.И.</b> .....	119
АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР РАЗВИТИЯ УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ В КУЗБАССЕ <b>Павздерин К.А., Елкина Д.И.</b> .....	123
ОТРАБОТКА ЗАПАСОВ ЛОКАЛЬНЫХ УЧАСТКОВ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ ПОДЗЕМНЫМ СПОСОБОМ <b>Никитина А.М., Риб С.В., Борzych Д.М.</b> .....	127
РАЗРАБОТКА ТЕХНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ ВЕРТИКАЛЬНЫХ СТВОЛОВ В УСЛОВИЯХ ООО «ШАХТА «ЮБИЛЕЙНАЯ» <b>Борzych Д.М., Никитина А.М., Володина А.В.</b> .....	131
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ И ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПО ПОВЫШЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ДЕГАЗАЦИИ НА ШАХТЕ «ИМ. В.И. ЛЕНИНА» <b>Воронцова А.В., Никитина А.М., Борzych Д.М.</b> .....	136
УВЕЛИЧЕНИЕ ТЕМПОВ ПРОВЕДЕНИЯ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК В УСЛОВИЯХ ШАХТ КУЗБАССА <b>Никитина А.М., Риб С.В., Борzych Д.М.</b> .....	142
ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОДДЕРЖАНИЯ И РЕМОНТА ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ ВЫРАБОТОК В УСЛОВИЯХ УГОЛЬНЫХ ШАХТ <b>Никитина А.М., Риб С.В.</b> .....	145
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ТУШЕНИЯ ЭНДОГЕННЫХ ПОЖАРОВ В УСЛОВИЯХ ЭКСПЛУАТАЦИИ ОАО «ШАХТА ИМ. В.И. ЛЕНИНА» <b>Никитина А.М., Риб С.В.</b> .....	149

РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО СОКРАЩЕНИЮ ПРОСТОЕВ ПРИ ВЕДЕНИИ ОЧИСТНЫХ РАБОТ С ЦЕЛЬЮ УВЕЛИЧЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТРУДА НА ООО «ШАХТА УСКОВСКАЯ» <b>Никитина А.М., Риб С.В., Борзых Д.М.</b> .....	154
РАЗРАБОТКА ТЕХНИЧЕСКИХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОЙ ОТРАБОТКИ СКЛОННЫХ К ГОРНЫМ УДАРАМ ЗАПАСОВ РУДЫ НА ГЛУБИНЕ БОЛЕЕ 600 м <b>Борзых Д.М., Никитина А.М., Володина А.В.</b> .....	159
ДОРАБОТКА ОСТАТОЧНЫХ ЗАПАСОВ ООО ШАХТЫ «ПОЛОСУХИНСКАЯ» <b>Никитина А.М., Риб С.В., Борзых Д.М.</b> .....	162
К ВОПРОСУ ОБ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ В КУЗБАССЕ <b>Мысак Е.А., Никитина А.М.</b> .....	167
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОСТАТКОВ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ ЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ ПРИ ОПТИМИЗАЦИИ ПАРАМЕТРОВ ПОДЗЕМНОЙ КОМБИНИРОВАННОЙ ТЕХНОЛОГИИ <b>Рубцова А.К., Сат Ч.А., Пушкинский С.Н.</b> .....	171
ПОДГОТОВКА ВЫЕМОЧНЫХ УЧАСТКОВ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ В ЗОНЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ НАРУШЕНИЙ НА ПРИМЕРЕ ШАХТЫ «ОСИННИКОВСКАЯ» <b>Чернов А.В., Верхова А.С., Кротков И.А.</b> .....	173
ФОРМИРОВАНИЕ ИНТЕРАКТИВНОЙ ИНФОРМАЦИОННО-СПРАВОЧНОЙ СИСТЕМЫ ПРИНЯТИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПРИ КОНТРОЛЕ РАБОТЫ МОНОРЕЛЬСОВОГО ТРАНСПОРТА ШАХТЫ <b>Павздерин К.А., Мысак Е.А., Фастовец Н.А, Радченко А.А., Серик М.М.</b> .....	179
ВЛИЯНИЕ УГОЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ ОТКРЫТОЙ ДОБЫЧИ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ В КУЗБАССЕ <b>Агеев Дми.А., Ворсина А.М., Агеев Дан.А.</b> .....	181
ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ СТАЦИОНАРНЫХ ИСТОЧНИКОВ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ ГОРОДА НОВОКУЗНЕЦКА <b>Агеев Д.А., Ворсина А.М.</b> .....	186
АНАЛИЗ ФАКТОРОВ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ УСТОЙЧИВОСТЬ БОРТОВ И ОТКОСОВ УСТУПОВ <b>Зозуля М.Ю., Матвеев А.В., Егоров В.С.</b> .....	192
ОЦЕНКА ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА ВЗОРВАННОЙ ГОРНОЙ МАССЫ НА ОСНОВЕ МОДЕЛИ КУЗНЕЦОВА-РАМЛЕРА <b>Клепиков С.В., Миллер Э.А.</b> .....	195
ГЕОМЕХАНИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ УСТОЙЧИВОСТИ ОТКОСОВ ВНУТРЕННИХ ОТВАЛОВ <b>Миллер Э.А., Матвеев А.В., Старцев В.А.</b> .....	198
АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ КУСКОВАТОСТИ ВЗОРВАННОЙ ГОРНОЙ МАССЫ НА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ЭКСКАВАТОРА <b>Репин А.А., Матвеев А.В., Лобанова О.О.</b> .....	199

РАСЧЕТ УДЕЛЬНОГО РАСХОДА ВВ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ МАССОВЫХ ВЗРЫВОВ <b>Ромашко Д.А., Коновалов В.С., Матвеев А.В.</b> .....	204
ТЕХНОЛОГИЯ ДОРАБОТКИ УГЛЯ С БОРТА РАЗРЕЗА <b>Садов Д.В., Дубина Е.М.</b> .....	206
АНАЛИЗ КАЧЕСТВА ВЗОРВАННЫХ ГОРНЫХ ПОРОД НА ОСНОВЕ ИНТЕГРАЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЭНЕРГИИ <b>Сермин Д.С., Матвеев А.В., Лобанова О.О.</b> .....	210
ПРОВЕДЕНИЕ РАЙОНИРОВАНИЯ ТЕРРИТОРИИ ВОКРУГ ГОРНОГО ОТВОДА ООО «РАЗРЕЗ КИЙЗАССКИЙ» ПО УРОВНЮ СЕЙСМИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ ОТ МАССОВЫХ ВЗРЫВОВ <b>Агеев Дан.А., Солгирев С.В., Агеев Дми.А., Фурасов А.Н.</b> .....	212
АНАЛИЗ ВЗРЫВНЫХ РАБОТ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЗАМЕДЛЕНИЙ 42 и 176 МС, МЕЖДУ УЧАСТКОВЫМИ ЛИНИЯМИ НА АО «РАЗРЕЗ «СТЕПАНОВСКИЙ» <b>Климкин М.А. Агеев Д.А. Солгирев С.В. Фурасов А.Н.</b> .....	217
ФОРМИРОВАНИЕ ИНТЕРАКТИВНОЙ ИНФОРМАЦИОННО- СПРАВОЧНОЙ СИСТЕМЫ ПРИНЯТИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПРИ КОНТРОЛЕ РАБОТЫ ВОДООТЛИВА ШАХТЫ <b>Белкина О.Е., Герлинская С.Д., Донских Д.В., Пак С.О., Папьян Н.О.</b> .....	222
ФОРМИРОВАНИЕ ИНТЕРАКТИВНОЙ ИНФОРМАЦИОННО-СПРАВОЧНОЙ СИСТЕМЫ ПРИНЯТИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПРИ КОНТРОЛЕ РАБОТЫ КОНВЕЙЕРНОГО ТРАНСПОРТА ШАХТЫ <b>Файзиев Б.С.</b> .....	224
<b>III МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ, ТЕХНОЛОГИИ, МАТЕРИАЛЫ И ОБОРУДОВАНИЕ</b> .....	227
ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ МЕТАЛЛУРГИИ АЛЮМИНИЯ (К 200-ЛЕТИЮ ПОЛУЧЕНИЯ, ИССЛЕДОВАНИЯ СВОЙСТВ, ПОИСКА ТЕХНОЛОГИЙ) <b>Черновская Г.Г.</b> .....	227
КЛАССИФИКАЦИЯ И АНАЛИЗ СПОСОБОВ ПРОИЗВОДСТВА СОЕДИНЕНИЙ И СПЛАВОВ ВАНАДИЯ <b>Якушина О.И.</b> .....	234
ОТЕЦ КУЗНЕЦКИХ РЕЛЬСОВ <b>Михно А.Р.</b> .....	239
АНАЛИЗ СТЕПЕНИ ВЛИЯНИЯ ПРИМЕСЕЙ ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ И ПАРАМЕТРОВ ВНЕПЕЧНОЙ ОБРАБОТКИ СТАЛИ НА КАЧЕСТВО РЕЛЬСОВОЙ ПРОДУКЦИИ <b>Сафонов С.О.</b> .....	243
ТЕХНОЛОГО-МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОДУКТОВ КОРРОЗИИ ЧУГУННЫХ СЕКЦИЙ ГАЗОСБОРНОГО КОЛОКОЛА АЛЮМИНИЕВЫХ ЭЛЕКТРОЛИЗЕРОВ ЭКОСОДЕРБЕРГ <b>Кувшинникова Н.И., Пинаев Е.А.</b> .....	246
РОЛЬ ТЕХНИЧЕСКОЙ МИНЕРАЛОГИИ В ИЗУЧЕНИИ ВЕЩЕСТВЕННОГО СОСТАВА МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО СЫРЬЯ <b>Кувшинникова Н.И.</b> .....	249

СЖИГАНИЕ ВОДОУГОЛЬНОЙ СУСПЕНЗИИ <b>Карбач Ю.С.</b> .....	253
ПЫЛЕУГОЛЬНЫЕ ГОРЕЛКИ ДЛЯ СЖИГАНИЯ ВОДОУГОЛЬНОГО ТОПЛИВА <b>Карбач Ю.С.</b> .....	257
ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОГРАММЫ УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ В ФИНЛЯНДИИ <b>Кириляк М.В.</b> .....	260
ПЕРСПЕКТИВЫ И ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ЭКОЛОГИИ АВТОТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСА В РОССИИ И КУЗБАССЕ <b>Масленникова Т.А.</b> .....	264
ВЛИЯНИЕ АВТОТРАНСПОРТА НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ <b>Наливайко О.С.</b> .....	268
АНАЛИЗ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ ВЫПЛАВКИ СТАЛИ В ДУГОВОЙ СТАЛЕПЛАВИЛЬНОЙ ПЕЧИ <b>Сафонов С.О.</b> .....	273
УТИЛИЗАЦИЯ И ОБРАБОТКА АВТОМОБИЛЬНЫХ ПОКРЫШЕК <b>Ткач С.В.</b> .....	276
АНАЛИЗ ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НИЗКОПОТЕНЦИАЛЬНОЙ ЭНЕРГИИ В ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ. <b>Алюханов А.А., Дробышев В.К., Половинкин Р.А.</b> .....	279
ТЕПЛОВОЙ БАЛАНС ПАРОСИЛОВОЙ УСТАНОВКИ <b>Блесков Д.И., Алюханов А.А., Дробышев В.К.</b> .....	283
ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ТЕПЛООБМЕНА В КОНДЕНСАТОРЕ ПАРОСИЛОВОЙ УСТАНОВКИ <b>Дробышев В.К., Алюханов А.А., Блесков Д.И.</b> .....	287
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭФФЕКТА «ТЕПЛОВОЙ ТРУБЫ» В ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКЕ <b>Прохоренко В.С., Соловьёва М.В.</b> .....	291
КЛАССИФИКАЦИЯ И ПРИМЕНЕНИЕ ХЛАДАГЕНТОВ ДЛЯ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ <b>Соловьёва М.В., Прохоренко В.С., Жазыкбаева К.М.</b> .....	295
<b>IV ЭКОЛОГИЯ. БЕЗОПАСНОСТЬ. РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ</b> .....	302
АНАЛИЗ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗЕМЕЛЬ ГОРОДА НОВОАЛТАЙСКА НА ПРИМЕРЕ КВАРТАЛА <b>Клеменко М.В., Шевцова А.А.</b> .....	302
ТЕОРИИ МОТИВАЦИИ <b>Воробьев С.В.</b> .....	306
ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ СОВРЕМЕННОЙ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ <b>Александрова О.А.</b> .....	309
АНАЛИЗ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОЙ СИСТЕМЫ УТИЛИЗАЦИИ ГАЗОВ <b>Сухомлина С.Ю.</b> .....	313

Научное издание

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

*Труды Всероссийской научной конференции студентов,  
аспирантов и молодых ученых*

**Выпуск 24**

**ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ**

**Часть VI**

Под общей редакцией  
Технический редактор  
Компьютерная верстка

М.В. Темлянцева  
Г.А. Морина  
Н.В. Ознобихина  
В.Е. Хомичева

Подписано в печать 29.10.2020 г.  
Формат бумаги 60x84 1/16. Бумага писчая. Печать офсетная.  
Усл. печ. л. 18,6 Уч.-изд. л. 20,8 Тираж 300 экз. Заказ № 197

Сибирский государственный индустриальный университет  
654007, г. Новокузнецк, ул. Кирова, 42  
Издательский центр СибГИУ