

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

*Посвящается 70-летию горного  
образования СибГИУ*

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

**ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ**

**ЧАСТЬ I**

*Труды Всероссийской научной конференции  
студентов, аспирантов и молодых ученых  
11 – 15 февраля 2019 г.*

**выпуск 23**

Под общей редакцией профессора М.В. Темлянцева

**Новокузнецк  
2019**

ББК 74.580.268  
Н 340

Редакционная коллегия:

д-р техн. наук, профессор М.В. Темлянецв,  
канд. техн. наук, доцент В.А. Волошин,  
д-р техн. наук, профессор В.Н. Фрянов,  
канд. техн. наук, доцент В.В. Чаплыгин,  
д-р геол. - минерал. наук, профессор Я.М. Гутак

Н 340

Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения: труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых / Сиб. гос. индустр. ун-т ; под общ. ред. М.В. Темлянцева. – Новокузнецк: Изд. центр СибГИУ, 2019. - Вып. 23. - Ч. I. Технические науки. – 195 с., ил.- 70, таб.- 19.

Представлены труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых по результатам научно-исследовательских работ. Первая часть сборника посвящена актуальным вопросам в области перспективных технологий разработки месторождений полезных ископаемых.

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

ISSN 2500-3364

© Сибирский государственный  
индустриальный университет, 2019

# ГЕОТЕХНОЛОГИЯ

УДК 622: 378.6

## ПОДГОТОВКА ГОРНЫХ ИНЖЕНЕРОВ В СИБГИУ

**Волошин В.А., Риб С.В., Володина А.В.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк*

В статье отмечена важная роль горного дела и профессионального образования в устойчивом развитии г.Новокузнецка и региона в целом. Рассмотрены перспективы создания совместной интеграционной площадки высшего учебного заведения и отраслевой компании с целью совершенствования подготовки специалистов в области горного дела, развития научно-исследовательской деятельности, функционирования на базе Института горного дела и геосистем курсов по получению рабочих профессий и повышению квалификации специалистов.

Ключевые слова: горное дело, подготовка горных инженеров, геотехнология подземная, открытые горные работы, геология.

В сложившихся экономических и социальных условиях задача установления и развития партнерских отношений вузов с промышленностью приобретает особое значение. Разработка и реализация программы стратегического партнерства университета с промышленными предприятиями имеет реальную перспективу, так как обе стороны заинтересованы во взаимовыгодном сотрудничестве в области подготовки высококвалифицированных кадров [1].

Отдельные предприятия и отрасли горной промышленности, наряду с государственным участием, несомненно должны вкладывать больше средств и принимать более активное участие в укреплении материальной базы вузов, активном развертывании совместных научных исследований, организации баз практики и совместного с вузами ее финансирования. Большой взаимный интерес может представлять заблаговременное привлечение перспективных с точки зрения работодателя студентов к работе на конкретном предприятии, в том числе за счет их персонального стимулирования [2]. Необходимо отметить положительный опыт участия ведущих специалистов компании в работе государственных аттестационных комиссий [3].

Вместе с тем, сегодня от выпускников-горняков требуется еще больший объем знаний, в т.ч. в области промышленной безопасности [4]. Особое внимание надо уделять вопросам комплексного менеджмента и повышению уровня освоения смежных дисциплин, в том числе за счет получения второго высшего образования [5].

За свою 70-летнюю историю в институте горного дела и геосистем

(ранее горный факультет) СибГИУ подготовлено для народного хозяйства более 12000 специалистов горного профиля.

Сегодня Институт горного дела и геосистем (ИГДиГ) готовит специалистов по следующим специальностям: 21.05.04 – Горное дело (специализации «Подземная разработка пластовых месторождений», «Открытые горные работы», «Обогащение полезных ископаемых», «Взрывное дело», «Электрификация и автоматизация горного производства», «Горно-промышленная экология»); 21.05.02 – Прикладная геология (специализация «Геологическая съёмка, поиски и разведка твердых полезных ископаемых»). С 2014 года на кафедре геотехнологии ведётся подготовка горных техников-технологов по программе среднего профессионального образования 21.02.17 «Подземная разработка месторождений полезных ископаемых». Осуществляется подготовка кадров высшей квалификации в аспирантуре по направлению подготовки 21.06.01 – «Геология, разведка и разработка полезных ископаемых».

У Института горного дела и геосистем налажена тесная связь с производителями, которые активно участвуют в учебном процессе в качестве членов государственных аттестационных комиссий, рецензентов выпускных квалификационных работ и лекторов по специальным дисциплинам.

Шахты и разрезы предоставляют места прохождения производственной практики для обучающихся с перспективой дальнейшего трудоустройства. Одним из основных партнеров для организации и проведения практики студентами института горного дела и геосистем является ООО «РУК».

Не подлежит сомнению, что качественная подготовка специалистов возможна только при тесной связи учебного процесса с научными исследованиями. Сегодня институт уделяет пристальное внимание интеграции науки, образования и инноваций, а также формированию благоприятной среды, позволяющей максимально развить способности каждого студента.

Активно ведётся научно-исследовательская работа студентов (НИРС) на современной лабораторной и компьютерной базе совместно с профессорско-преподавательским составом. Эта работа проводится на всех кафедрах института, по результатам научных исследований регулярно организуются студенческие научные конференции. Одной из таких значимых конференций, проводимых на площадках СибГИУ, является Всероссийская научная конференция студентов, аспирантов и молодых ученых. Конференция охватывает и освящает актуальные вопросы в области перспективных технологий разработки месторождений полезных ископаемых, безопасности, рационального использования природных ресурсов и др.

Проведение конференций является одним из способов обмена передовым опытом, повышения квалификации их участников и, вместе с тем, это способ установления и укрепления научного сотрудничества среди студентов, преподавателей и научных работников вузов региона и специалистов различных предприятий. Конференция направлена на приобщение студентов к научно – исследовательской деятельности, развитие творческого потенциала молодежи, поиск нестандартных решений различных проблем. Лучшие

из работ публикуются в сборниках научных трудов.

Главная задача состоит в корректировке концепции подготовки горного инженера с учетом нынешней конъюнктуры рынка труда. Практическая подготовка студентов на реальных производственных объектах должна вестись не только по технологической, но и по проектной и экономической тематике, с активным участием руководителей производства. В СибГИУ осуществляется повышение качества практик с реализацией совместных программ получения студентами рабочих профессий.

Важным внутренним резервом совершенствования образовательного процесса является поиск и реализация новых форм обучения и контроля полученных знаний. В настоящее время на кафедре геотехнологии под руководством проф., д.т.н Домрачева А.Н. осуществляется переход от использования тестирующих программ, предназначенных для итоговой аттестации по отдельным дисциплинам и проведения государственного экзамена по специальности 130400 (21.05.04) [6,7], к разработке и внедрению компьютерных лабораторных работ по дисциплинам «Технология отработки пологих пластов» и «Комбинированная разработка месторождений полезных ископаемых» [8-10]. Большое внимание при выполнении этой работы уделяется привлечению обучающихся – как для промежуточного тестирования, совмещенного с выполнением практических и лабораторных работ, так и для решения задач дальнейшего развития и совершенствования систем (в том числе в рамках дисциплины «Проектная деятельность – 5»).

Значительным потенциалом привлечения обучающихся к научной деятельности обладает сотрудничество кафедры геотехнологии с научно-исследовательскими организациями, в том числе с научно-исследовательским отделом ФГКУ «Национальный горноспасательный центр». Кроме практики консультирования студентов-горноспасателей заочной формы обучения при выполнении выпускных квалификационных работ востребованы наработки по оценке технологического риска, прежде всего в части состояния горных выработок при различных технологиях очистных работ [11]. В частности, теме экономической оценки эффективности различных решений по охране горных выработок посвящена одна из статей текущего сборника. В учебный процесс внедрена компьютерная программа расчета вентиляции выемочных участков, разработанная под руководством ведущего научного сотрудника ФГКУ «Национальный горноспасательный центр» к.т.н Говорухина Ю.М [12].

Определенный интерес представляет привлечение обучающихся к развитию деятельности кафедры в области моделирования процессов горного производства и обоснованию оптимальных параметров как отдельных видов технологии подземной добычи угля, так и комбинированной разработки месторождений полезных ископаемых [13,14]. Однако реализация данного направления сдерживается отсутствием необходимого методического обеспечения, снижением общей доли технологических дисциплин в действующих учебных планах и переносом дисциплины «Моделирование технологических

процессов» в раздел учебного плана «Дисциплины по выбору».

Таким образом, решение задач подготовки горных инженеров должно сопровождаться совместной взаимовыгодной работой вузов и работодателей, оптимальным сочетанием учебной и научной работы, развитием учебно-лабораторной базы, оснащением ее современным оборудованием в сочетании с активным поиском новых форм обучения и оценки полученных в процессе обучения знаний и навыков.

#### Библиографический список

1. Опыт стратегического партнерства «вуз-промышленные предприятия» для совершенствования подготовки инженерных кадров / В.М.Кутузов, М.Ю.Шестопапов, Д.В.Пузанков, С.О.Шапошников // Инженерное образование. 2011. - № 8. - С. 4-11.

2. Роль работодателей в разработке и реализации государственных образовательных стандартах подготовки горных инженеров // В.В. Хронин, В.С. Коваленко, А.А. Журавлев / Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2008. - № 11. - С. 34-37.

3. Модернизация системы профессиональной подготовки кадров (на примере угольной отрасли Кемеровской области) // Е.А. Пахомова / Профессиональное образование в России и за рубежом. 2013. - № 2 (10). - С. 9-12.

4. Особенности подготовки горных инженеров в области промышленной безопасности и охраны труда // О.И. Казанин, М.Л. Рудаков / Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2015. - №57. - С. 292-299.

5. XXVI Международный научный симпозиум «Неделя горняка-2018» // О.И. Глинина / Уголь. - 2018. - № 6 (1107). - С. 4-9.

6. А.Н.Домрачев. Первый этап внедрения сетевого учебно-методического и информационного комплекса по курсу «Технология и механизация открыто-подземной разработки МПИ» [Текст] / Домрачев А.Н. Научно-технологические разработки и использования минеральных ресурсов: сб. науч. статей междунар. научно-практ. конф. / Сиб. гос. индустр. ун-т ; ЗАО «Кузбасская ярмарка».; под ред. В.Н.Фрянова. – Новокузнецк : СибГИУ, 2007. - С. 123-126.

7. А.Н. Домрачев Алгоритм и структура контента обучающе-тестирующей программы для базовых дисциплин специальности 130400 «Горное дело» [Текст] / Домрачев А.Н. Научно-технологические разработки и использования минеральных ресурсов : сб. науч. статей / Сиб. гос. индустр. ун-т ; под общ. ред. В.Н. Фрянова. – Новокузнецк, 2015. - С.184-187.

8. Говорухин Ю.М. Разработка и внедрение в учебный процесс системы поддержки принятия решений при разработке технологической схемы очистного участка [Текст] / Ю.М.Говорухин, А.Н. Домрачев - Известия Тульского государственного университета. – Тула: Издательство ТулГУ, 2018. - выпуск 1 - С.159-165.

9. Домрачев А.Н. Разработка междисциплинарных компьютерных лабора-

торных работ как основа массового внедрения обучающе-тестирующих систем по направлению подготовки 21.05.04 «Горное дело» [Текст] / А.Н.Домрачев, С.В.Риб // Вестник Сибирского государственного индустриального университета / Сиб. гос. индустр. ун-т; под общ. редакцией Е.В. Протопопова, М.В.Темлянцева. - Новокузнецк: Изд. центр СибГИУ, 2018. -№3(25)- С.18-21.

10. Анализ опыта разработки и первого этапа внедрения компьютерной лабораторной работы «Выбор параметров технологии подготовки и отработки пологого пласта» / С.В. Риб, А.М. Никитина, В.И. Любогощев // Вестник Сибирского государственного индустриального университета / Сиб. гос. индустр. ун-т; под общ. редакцией М.В.Темлянцева. - Новокузнецк: Изд. центр СибГИУ, 2016. – № 4 (18). - С 20-23.

11. Никитина А.М. Адаптация методики оценки риска обрушения выработок к условиям шахт юга Кузбасса/ А.М.Никитина, А.Н.Домрачев, С.В.Риб // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. Вып. 4. Тула: Изд-во ТулГУ, 2016. - С.81 — 89.

12. Говорухин Ю.М. Программа расчета вентиляции выемочных участков/ Ю.М. Говорухин, А.Н.Домрачев, В.Г.Криволапов, О.Ю.Лукашев //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.445-448

13. Домрачев А.Н. Моделирование работы коротких забоев в качестве элемента комбинированной технологии отработки пологих пластов/ А.Н.Домрачев//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.

14. 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 №3 (17)/ Сиб. гос. индустр. ун-т; под общ. редакцией Е.В.Протопопова, М.В.Темлянцева. - Новокузнецк: Изд. центр СибГИУ, 2016. - С.8-10.

УДК 622.831

## **РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПО ОПТИМИЗАЦИИ МОНТАЖНО-ДЕМОНТАЖНЫХ РАБОТ**

**Блохина Ю.А.**

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

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк, e-mail: blokhina\_2007@mail.ru.*

Работы по демонтажу механизированных комплексов и технологического оборудования отличаются значительной сложностью, трудоемкостью

и стоимостью, что повышает затраты на подготовку и оснащение комплексно механизированных очистных забоев. Поэтому необходима оптимизация демонтажных работ, которая позволит сократить продолжительность монтажей-демонтажей и увеличить время производительной работы механизированных комплексов.

Ключевые слова: механизированная крепь, монтажно-демонтажные работы, транспортная система, транспортировка секций, самоходные машины.

В настоящее время немаловажное значение в эффективном использовании очистных механизированных комплексов имеют работы, связанные с их монтажом-демонтажом [3]. Работы по демонтажу механизированных комплексов и технологического оборудования отличаются значительной сложностью, трудоемкостью и стоимостью, что само по себе повышает затраты на подготовку и оснащение комплексно механизированных очистных забоев. Снижение продолжительности монтажно-демонтажных работ увеличивает время производительной работы механизированных комплексов и повышает эффективность функционирования шахты в рыночных условиях.

Использование высокопроизводительной техники на основных производственных процессах в шахтах США, Германии, Австралии обусловило увеличение плотности и объемов ведения монтажно-демонтажных работ во времени. Это потребовало и уплотнения графиков использования внутришахтных транспортных систем. Для повышения эффективности работ по монтажу-демонтажу в этих странах используются самоходные машины во взрывобезопасном исполнении с дизельным или электрическим приводом.

На шахтах Кузнецкого бассейна применяются технологические схемы, предусматривающие демонтаж оборудования в отработанной лаве и монтаж в новой без выдачи на поверхность. При проведении монтажно-демонтажных работ в выработках, оснащенных конвейерами, используются самоходное оборудование с обеспечением погрузочно-разгрузочных работ только на узлах сопряжения магистральных выработок и в камерах размещения электроприводов. Схема транспортирования основных узлов и агрегатов увязана с технологическими схемами подготовки, отработки и транспорта в шахте [1].

Для перевозки секций крепи из демонтажной камеры отработанного выемочного участка в монтажную камеру новой лавы применяются следующие способы транспортировки [2]:

- 1) концевая откатка;
- 2) транспортировка секций крепи при помощи самоходных машин;
- 3) транспортировка секций крепи по подвесным монорельсовым дорогам;
- 4) транспортировка секций крепи по напочвенным речным дорогам.

Для сравнения вышеперечисленных систем транспортировки секций механизированной крепи представлена гистограмма основных факторов транспортной системы (рисунок 1).

На диаграмме (рисунок 2) представлены итоги сравнения доли основ-

ных транспортных решений для системы вспомогательного транспорта. Из них самым эффективными являются самоходные машины и монорельсовая дорога.

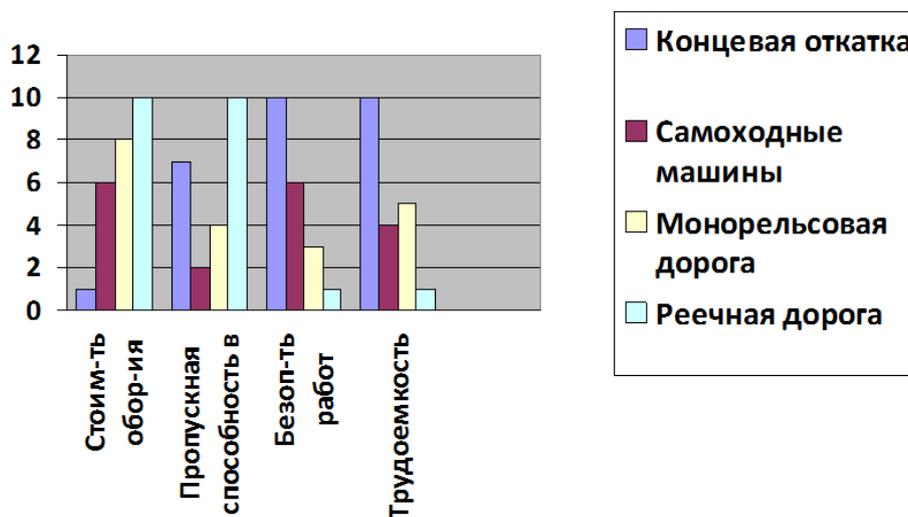


Рисунок 1 – Гистограмма основных факторов транспортной системы

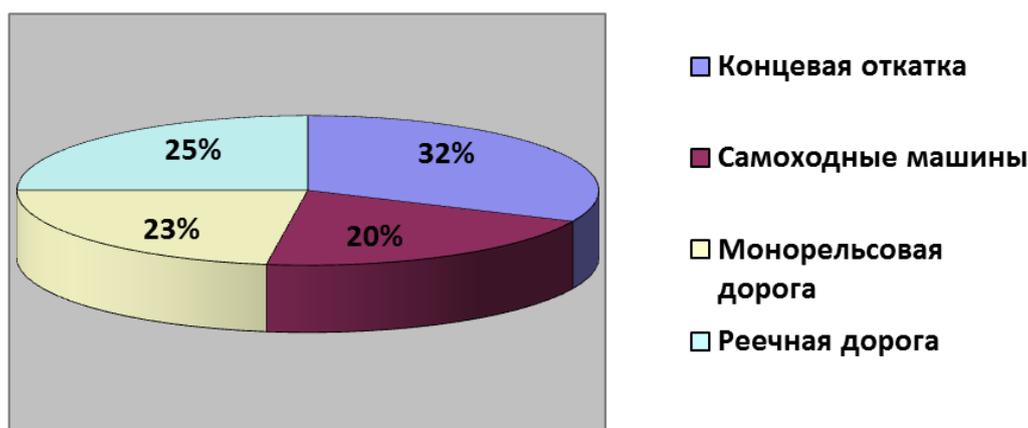


Рисунок 2 – Объёмная диаграмма доли основных элементов транспортной системы

Предлагается технологическая схема ремонта механизированного комплекса с применением тягача PetittoMule для извлечения механизированных секций и лавного конвейера с последующей транспортировкой их до сопряжения со штреком. Для реализации схемы транспортирования механизированных секций рекомендуется применение дизелевозного транспорта по подвесной монорельсовой дороге.

По результатам проведенного анализ применяемых технологий ведения монтажно-демонтажных работ очистного механизированного комплекса, обоснованы следующие технологические и технические решения:

- предлагается для условий шахты «Усковская» технологическая схе-

ма ремонта механизма механизированного комплекса с применением тягача PetittoMule при извлечении секций механизированной крепи;

- уменьшение времени на работы по извлечению оборудования в демонтажной камере позволят более точно планировать мероприятия по доставке секций в монтажную камеру и оптимизировать расстановку оборудования;

- внедрение самоходных тягачей PetittoMule обеспечит высокую безопасность демонтажных работ, снизит риски аварийности оборудования и травматизма трудящихся;

- для реализации схемы транспортирования механизированных секций в работе рекомендуется применение высокопроизводительной техники PetittoMule, дизелевозного транспорта на подвесной монорельсовой дороге.

#### Библиографический список

1. Технологии демонтажа очистных механизированных комплексов при разработке пологих мощных угольных пластов с неустойчивыми породами кровли [Текст] : сб. науч.тр. / Записки Горного института.; Г. Н. Карпов – Санкт-Петербург. : 2012. – С. 103-107.

2. Технологические схемы очистных и подготовительных работ на угольных шахтах [Текст] / П.Н. Пермяков [и др.] ; под.ред. Б.Ф. Братченко. – М.:Недра, 1971. – 289с.

3. Монтаж и демонтаж очистных механизированных комплексов угольных шахт [Текст] : монография / А. Ф. Борзых и др. — Донецк : Норд-Пресс. — 265 с.

УДК 622.33:004.896

## **ОБОСНОВАНИЕ ВАРИАНТОВ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПО УВЕЛИЧЕНИЮ ДОБЫЧИ УГЛЯ ИЗ ОЧИСТНОГО ЗАБОЯ ДО 1,5 МЛН. ТОНН В МЕСЯЦ В УСЛОВИЯХ ШАХТЫ «ТАЛДИНСКАЯ-ЗАПАДНАЯ» АО СУЭК-КУЗБАСС**

**Куракин С.А.**

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

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк, e-mail: simon779@mail.ru*

В данной статье обоснованы технические решения по увеличению добычи угля из очистного забоя в условиях шахты «Талдинская-Западная». Предложены варианты технических решений по увеличению добычи угля из очистного забоя до 1,5 млн. тонн в месяц.

Ключевые слова: добыча угля, очистной забой, нагрузка на очистной

забой, угольная промышленность, отработка выемочных столбов.

Развитие угольной промышленности России, характеризуется значительным увеличением производительности угольных шахт, внедрением новых схем ведения очистных работ, что требует применения очистных комплексов современного технического уровня. Применение такой техники повлекло за собой необходимость обновления нормативной базы угольной промышленности, отвечающей условиям разработки газоносных угольных пластах с высокими нагрузками на очистной забой более 5 тыс. т в сутки. В этих условиях на первое место выходит требование обеспечения промышленной безопасности по газовому фактору и необходимость прогноза предельно допустимых нагрузок на очистной забой при планировании и текущем производстве добычных работ.

Наибольшее распространение на отечественных и зарубежных шахтах получили системы разработки длинными очистными забоями. Связано это в первую очередь с возможностью обеспечения значительно большей нагрузки на очистной забой и полноты извлечения запасов по сравнению с другими технологическими схемами.

Необходимо стремиться к достижению максимально возможной нагрузки на очистной забой, которая ограничивается производительностью выемочных машин и газовым фактором [2].

Вскрытие шахтного поля «Шахты «Талдинская-Западная-1» осуществлено в центральной части шахтного поля вентиляционным, транспортным и демонтакным стволами пласта 68, шурфом №3, демонтакным стволом пласта 67, штольной пласта 67, а также шурфом №2. В западном крыле пройдены фланговый путевой и конвейерный стволы пласта 67 (рисунок 2).

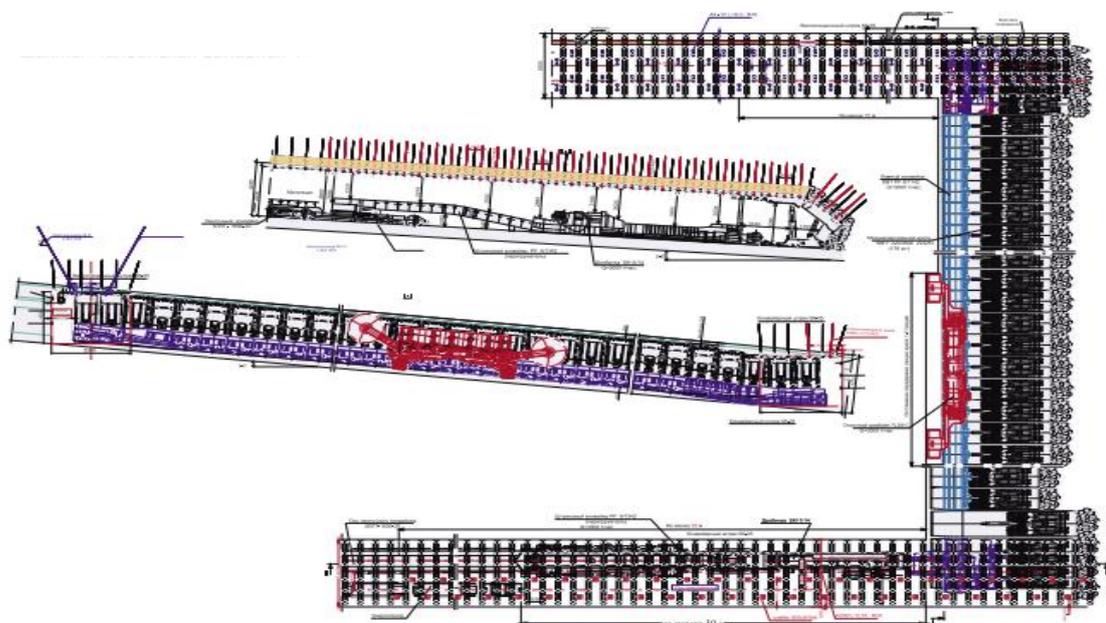


Рисунок 1 – Лава № 66-05 шахта «Талдинская-Западная-1»

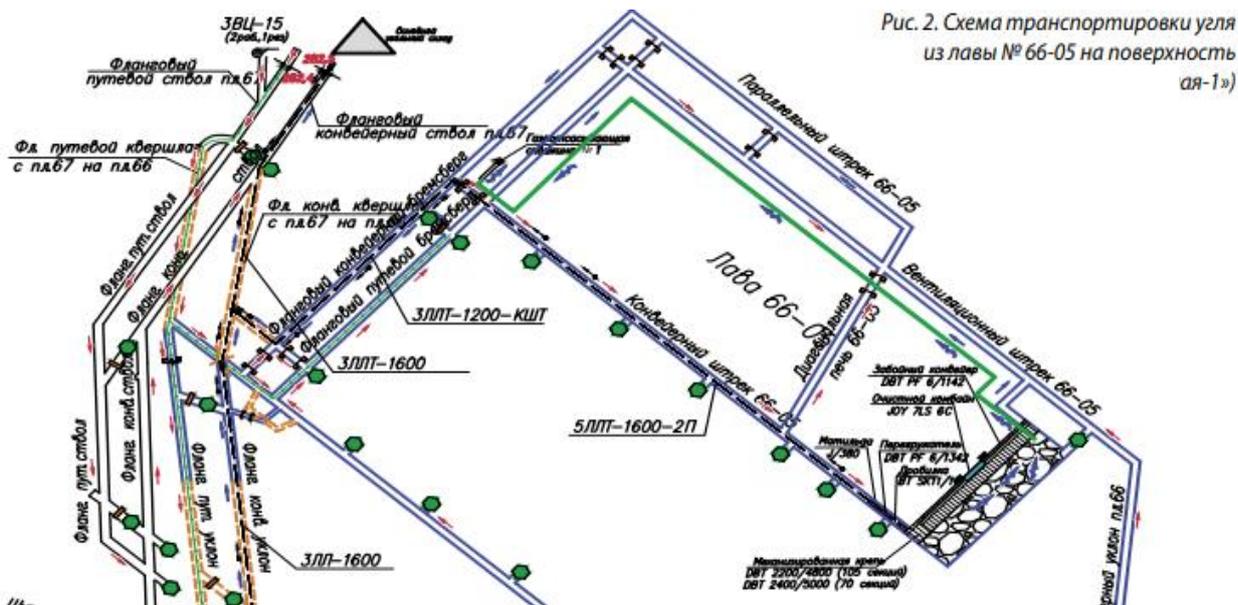


Рис. 2. Схема транспортировки угля из лавы № 66-05 на поверхность (ая-1)

Рисунок 2 – Схема транспортировки угля из лавы № 66-05 на поверхность

Отработка выемочных столбов осуществляется односторонней панелью прямым ходом от центральных выработок к фланговым. Длина лав составляет 300 м, схема проветривания выемочных участков - комбинированная с изолированным отводом метановоздушной смеси из выработанного пространства по трубопроводу.

Для отработки запасов выемочных столбов пласта 66 (66-65) принято оборудование, использующееся на шахте (рисунок 1):

- механизированная крепь ОВТ 220/4800 2x3257 фирмы «DBT»;
- очистной комбайн 7LS6C фирмы «JOY»;
- забойный конвейер PF 6/1 142 фирмы «DBT»;
- перегружатель DBT PF 6/1342 фирмы «DBT»;
- дробилка SK 11/14 фирмы «DBT»;
- перегрузочное устройство «Матильда» 3/380 фирмы «JOY».

Средняя нагрузка на очистной забой в зоне его слияния с пластом 65 составит 18035 т/сут по горной массе или 525 тыс. тонн в месяц. На участках, где пласт 66 представлен самостоятельно, среднесуточная нагрузка на очистной забой составит 11870 т/сут по горной массе или 345 тыс. тонн в месяц [1].

Для достижения месячной добычи угля в условиях шахты «Галдинская-Западная-1» в 1,5 млн. тонн рекомендуется внедрение высокопроизводительной техники и автоматизации управления механизированным комплексом с компактным очистным комбайном Cat EL1000, оснащение его системой управления RTC, а так же реализация ряда технологических изменений ведения горных работ:

- обеспечение изолированного отвода метана посредством внедрения мобильной дегазационной установки МДУ 400-RBC;

- дегазация выработанного пространства, а именно скважинами, пробуренными в купол обрушения из параллельной выработки;
- разработка мероприятий, направленных на обеспечения повышения уровня безопасности ведения горных работ;
- увеличение подачи свежего воздуха в очистной забой;
- замена ленточных конвейеров с шириной ленточного полотна 1400 мм на более производительные ленточные конвейера с шириной ленточного полотна 1600 мм (Q = 4000 тыс. т/ч) с частотным управлением (производства «СибДамель»);
- организация технических служб по обслуживанию механизированного комплекса;
- увеличение длины лавы с 300 м до 400 м для сокращения относительной длительности концевых операций.

#### Библиографический список

1. Артемьев В. Б. Достижения наивысших показателей по добыче угля в месяц в условиях АО «СУЭК-Кузбасс» / В. Б. Артемьев [и др.] // Уголь. - 2017. - №8. - С.82-88.
2. Рыжков Ю.А. Сравнительная оценка горно-геологических условий разработки, техники и технологии при подземном способе добычи угля в России и за рубежом/ Ю.А. Рыжков, Е.В. Игнатов // Вестник Кузбасского государственного технического университета. - 2006. - № 1 (52). – С.67 –74.
3. Медведев А. К. Дегазация шахт: проблемы и решения/А. К. Медведев // Уголь. - 2008. - №8. - С.25.
4. Рубан А.Д. Проблема шахтного метана/А.Д. Рубан // Уголь. - 2012. - №1. - С.35.

УДК 622.831

### **РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ И ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПО СОКРАЩЕНИЮ СРОКОВ ПЕРЕМОНТАЖА МЕХАНИЗИРОВАННОГО КОМПЛЕКСА НА ПЛАСТАХ СРЕДНЕЙ МОЩНОСТИ**

**Крыгин Н.А.**

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

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

В данной статье рассмотрены возможные меры сокращения сроков расширения монтажной камеры и монтажа механизированного комплекса. Разработаны мероприятия по сокращению времени, затраченного на перемонтаж

механизированного комплекса в условиях ООО «Шахта «Юбилейная».

Ключевые слова: демонтаж, монтаж, механизированный комплекс, угольная шахта.

Оснащение угольных шахт высокопроизводительной очистной горной техникой привели к сильному возрастанию темпов подвигания очистного забоя. В свою очередь это влияет на сроки отработки выемочного столба и зачастую ведет к частым перемонтажам механизированных комплексов. Перемонтаж механизированного комплекса означает остановку добычи угля, а горное предприятие несет значительные убытки.

Применяемые в настоящее время способы расширения монтажной камеры и монтажа механизированного комплекса к сожалению, недостаточно эффективны. Большинство данных способов перемонтажа требуют значительного времени и сопряжено с высокими трудозатратами. Поэтому проблема сокращения перемонтажа механизированного комплекса всегда остается, требуя разработки новых способов расширения монтажной камеры и монтажа механизированного комплекса. Основной операцией, занимающей огромное количество времени при перемонтаже оборудования, является транспортировка секций крепи механизированного комплекса к месту ведения монтажных работ.

В этой связи актуальным является разработка мероприятий по сокращению времени транспортировки секций крепи механизированного комплекса в условиях ООО «Шахта «Юбилейная»».

В настоящее время перемонтаж механизированного комплекса на шахте «Юбилейная» осуществляется в заранее подготовленную, до входа в демонтажную камеру очистного комплекса, монтажную камеру. Демонтаж оборудования происходит при помощи лебедок, установленных на сопряжении вентиляционного штрека и демонтажной камеры. Доставка оборудования осуществляется дизельным монорельсовым транспортом таким как Scharf DZ 1800 [2].

Характеристики дизельного монорельсового транспорта Scharf DZ 1800:

Гидравлическая система

Стандартный объем гидродвигателей: 470 см<sup>3</sup>

Количество гидродвигателей: 8 / 12

Объем бака гидр. жидкости: 100 л

Макс. рабочее давление: 35 Мпа

Дизельный двигатель

Тип: 4-цилиндровый Liebherr Scharf / с турбонадувом

Максимальная скорость 2,0 м/с

При существующем способе перемонтажа механизированного комплекса и транспорте на шахте «Юбилейная», перемонтаж занимает 125 дней.

Для сокращения времени на демонтаж и транспортировку секций крепи предлагается использовать более производительную технику. При демонтаже секций крепи рекомендуется использовать установку Petittomule модель 3050 на электрическом ходу, во взрывобезопасном исполнении, предназначенную для демонтажа и монтажа секций крепи.



Рисунок 1 – Дизельный монорельсовый локомотив Scharf DZ 1800

Использование Petittomule модель 3050 значительно сократит время демонтажа и монтажа секций крепи и сделает данную операцию менее травмоопасной.

Техническая характеристика модели 3050

Размеры, м:

- высота 1,3 - 1,7

- ширина 2,8 - длина без стрелы / с ковшом 6,7 / 9,2

Длина кабеля, м 305

Масса с кабелем, т 41

Ширина трака, мм 546

Система автоматического пожаротушения - имеется

Напряжение (при частоте 50 Гц), В 1140

Максимальная скорость – 4,0 км/ч



Рисунок 2 – Petittomule модель 3050[4]

Чтобы сократить время транспортировки секций крепи из демонтажной камеры в монтажную было принято решения заменить дизельный монорельсовый транспорт шахтным тягачом FBL-55, который имеет более высокую максимальную скорость, чем дизельный монорельсовый транспорт (рисунок 3).



Рисунок 3 – Шахтный тягач FBL-55 [5]

FBL-55 можно использовать не только для доставки секций щитовой крепи. Эти многоцелевые тягачи большой грузоподъемности могут также применяться для транспортировки приводов забойных конвейеров и тяжелых компонентов очистных комбайнов. Специальная конструкция прямого вильчатого захвата обеспечивает высокую грузоподъемность [5].

*Характеристики самоходного вагона FBL-55*

Максимальная скорость – до 60 км/ч

Грузоподъемность – 30 т

Для более безопасной и быстрой транспортировки секций крепи и оборудования механического комплекса было принято провести новую дренажную выработку, соединяющую демонтажную и монтажную камеры (рисунок 4).

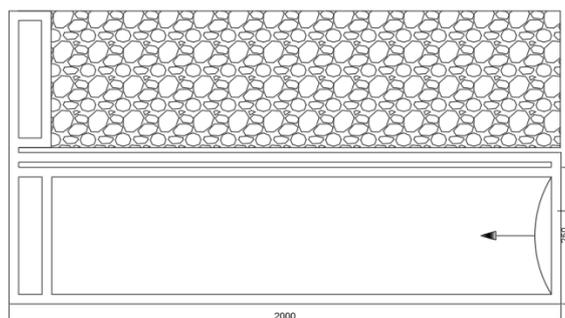


Рисунок 4 – Схема участка новой проведенной дренажной выработкой

Данная выработка малого сечения, проведенная по уголю, имеет небольшую стоимость проведения.

Благодаря вводу Petittomule модель 3050 и замене дизельного монорельсового транспорта на шахтный тягач FBL-55 удалось сократить время монтажа и транспортировки секций крепи и лавных рештаков более чем в три раза. Общее время перемонтажа механизированного комплекса при этом сократилось на 40 дней, что сэкономило шахте более 400 млн. рублей убыт-

ков из за простоя очистного комплекса.

В таблице 1 приведен сравнительный анализ графиков (длительности) выполнения работ при использовании различных вариантов из выполнения.

Таблица 1 - Время, затраченное на расширение монтажной камеры и монтажу механизированного комплекса по двум вариантам

Наименование операции	Базовый вариант	Альтернативный вариант
Проведение монтажной камеры	30	20
Расширение монтажной камеры	15	6
Демонтаж проходческого оборудования	3	2
Проведение дренажной выработки		45
Доставка и установка лавных рештаков	11	8
Доставка и установка секций крепи	15	8
Доставка и установка очистного комбайна	8	3
Доставка и установка концевых секций крепи	2	2
Доставка и установка дробилки перегружателя лавного конвейера	1	1
Установка ленточного конвейера по штреку	10	10
Монтаж электрооборудования	3	8
Запуск нового длинного очистного забоя	3	3
<b>Итого:</b>	<b>79</b>	<b>39</b>

В ходе выполнения мероприятий по проведению монтажной камеры и монтажу механизированного комплекса были достигнуты следующие результаты:

- 1) Обеспечена дополнительная добыча угля (21 тыс. тонн) при высоко-

скоростной проходке дренажной выработки малого сечения.

2) Замена тихоходного монорельсового дизельного транспорта на скоростной шахтный тягач позволила сократить время на доставку секций крепи и лавных рештаков с демонтажной камеры в монтажную.

3) Использование Petittomule модель 3050 существенно сократило время на демонтаж и позволило исключить такие операции как монтаж монорельсовой дороги.

4) Применение инновационных методов монтажа механизированного комплекса в монтажной камере методом одновременного ведения работ позволило сократить общее время монтажных работ на 40 суток.

5) Экономический эффект от дополнительной добычи составил более 50 млн. руб.

6) Сокращение затрат на транспортировку составило более 6 млн. руб.

7) Введение в эксплуатацию нового участка с опережением на 40 суток, обеспечивает добычу по шахте в количестве 136 тыс. тонн.

#### 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. Материалы технического отдела АО «Топпром шахта «Юбилейная»».

3. Мулли П. Самоходные шахтные машины на колесном ходу компании «Бьюсайрус»/П.Мулли С.Броунселл А. Новиков// Журнал «Горная промышленность» -2016 - №2 – С 32.

4. Petitto Mine Equipment- ведущий поставщик горношахтного оборудования [Электронный ресурс]: режим доступа -<https://www.petittomule.com> (дата обращения 10.12.2018).

УДК 622.831

## **РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ВСКРЫВАЮЩИХ НАКЛОННЫХ ВЫРАБОТОК В СЛОЖНЫХ ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ**

**Макарова Н.А.**

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

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк, e-mail: makarova.natalia95@mail.ru*

В статье обозначена проблема проведения подземных горных выработок в сложных горно-геологических условиях, которые заданы главным образом водообильностью горных пород и их недостаточной устойчивостью

при обнажении.

Ключевые слова: наклонный ствол, механические напряжения, крепь, обводненность, проходка, исследование, шахта.

В настоящее время сложные горно-геологические условия при проведении выработок представлены в основном водообильностью горных пород и их пониженной устойчивостью при обнажении.

В этих условиях требуется искусственное укрепление массива горных пород. Укрепление пород вследствие закрытия пор приводит, кроме всего прочего, к уменьшению водопритоков [1]. Наиболее сложные условия возникают при проведении выработок в рыхлых, слабоустойчивых водоносных породах с напорными подземными водами, а также в песчано-глинистых породах, не допускающих обнажений.

Критерием оценки степени обводненности месторождений является тип месторождения по обводнённости. Существуют общие и отраслевые типизации месторождений по степени их обводнённости [1]. Общие типизации учитывают ограниченное число гидрогеологических и инженерно-геологических факторов, представленных в основном качественными показателями (например, генетический тип месторождений, преобладающий состав горных пород, коэффициент фильтрации и т.д.). Отраслевые типизации, относящиеся обычно к месторождениям одного вида полезных ископаемых, учитывают в основном количественными показателями по большему числу факторов.

Проведение наклонных выработок осуществляется традиционными и специальными способами, применение которых определяется не только по фактору притока подземных вод, но и по устойчивости пород. Выявлены следующие, адаптивные к условиям Кузбасса, способы.

Сущность кессонного способа заключается в том, что при подходе ствола к участку водонасыщенных грунтов проходку приостанавливают и призабойный участок ограждают от ранее возведенной его части воздухонепроницаемой перегородкой (рисунок 1).

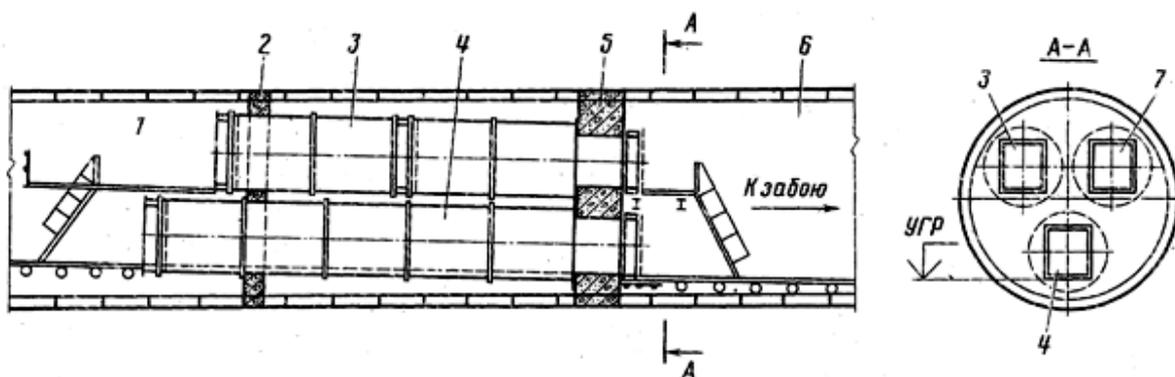
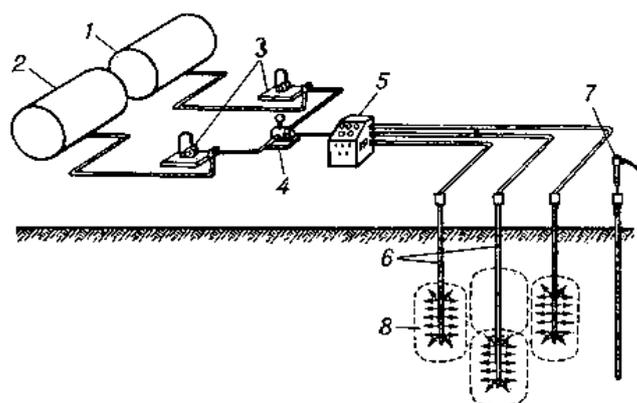


Рисунок 1 – Шлюзовая перегородка

Шлюзовые перегородки сооружают из металла, железобетона или бе-

тона на минимальном расстоянии от забоя (30–40 м) с таким расчетом, чтобы в тоннеле разместилось проходческое оборудование и расположились откаточные пути.

Способ силикатизации основан на использовании дополнительного закрепления пород силикатными растворами. Для закрепления среднезернистых песков применяется т.н. двухрастворный способ, состоящий в последовательном нагнетании в грунт растворов силиката натрия и хлористого кальция. Получающийся в результате реакции гель кремниевой кислоты придаёт грунту значительную прочность и водонепроницаемость. Схема установки для силикатизации грунтов приведена на рисунке 2.



- 1- цистерна с крепителем; 2 – цистерна с кислотой; 3 – насос «НД»;  
 4 – смеситель; 5 – пульт управления с регистрирующей аппаратурой;  
 6 – иньектор; 7 – отбойный молоток для погружения иньекторов в грунт;  
 8 – контур закрепления

Рисунок 2– Схема установки для силикатизации грунтов [6]

В результате охлаждения грунта при проведении выработки с замораживанием пород вокруг выработок образуется прочное льдогрунтовое ограждение (перемычка), преграждающее доступ воде или плывунам в выработку (рисунок 3).

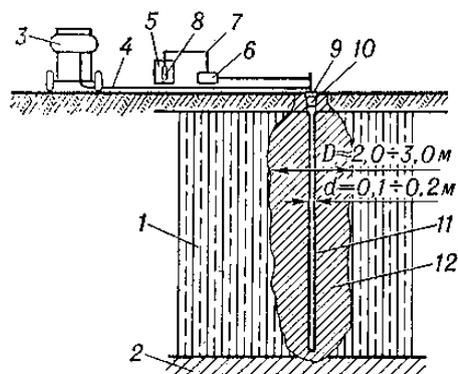


Рисунок 3 – Схема установки для термического закрепления просадочных лессовых грунтов сжиганием топлива непосредственно в скважине

Осушение месторождений полезных ископаемых - это комплекс мероприятий по откачке повышенных притоков подземных вод при строительстве и эксплуатации шахт или карьеров. Осуществляется частичным или полным осушением пород кровли и самой залежи полезного ископаемого, а также снижением напора нижележащих водоносных горизонтов до безопасных пределов.

Предлагается в условиях повышенной обводненности применить комплекс мер по проведению вскрывающих наклонных выработок.

1. Крепление проводить поэтапно. При проведении флангового вентиляционного ствола наибольшие напряжения со стороны горного массива наблюдаются в местах приближения к ранее пройденной и законсервированной выработке.

2. При проведении капитальных выработок на глубинах ниже границы опасности пластов по горным ударам анкера должны иметь гарантированную податливость не менее 50 мм за счет установки специальных демпфирующих элементов, также на удароопасной глубине плотность установки анкеров должна быть увеличена не менее чем в 1,2 раза по сравнению с расчетной.

*Вывод.* В статье проведен анализ способов и средств по проведению вскрывающих наклонных выработок в сложных горно-геологических условиях, на основании которого сформулированы следующие выводы.

1. При проведении выработок необходима установка станций СК (РГ) для непрерывного контроля расслоения пород кровли и определения, тем самым, работоспособности анкерной крепи.

2. Учитывая прочностные свойства углепородного массива, сравнительно большой срок службы горнокапитальных выработок и их высоту, даже если по расчету необходимость крепления бортов выработки отсутствует, проектной документацией предусматривается крепление бортов выработок.

3. Проведение горных выработок под р. Глинка в условиях шахты «Увальная» возможно при применении крепления с податливостью не более 100 мм.

4. По истечении 5 лет эксплуатации анкерной крепи в выработках с обводненными породами или при влажности воздуха в них свыше 85% и 15 лет - в выработках с сухими породами, необходимо производить обследование с оценкой несущей способности анкеров, коррозионного износа и работоспособности анкерной крепи. На основании результатов обследования определяется возможность дальнейшей эксплуатации крепи, необходимые меры по ее усилению и новый срок обследования.

Таким образом, использование анкерной крепи для крепления капитальных выработок в сложных горно-геологических условиях возможно при выполнении мероприятий, изложенных выше.

#### Библиографический список

1. Строительство наклонных горных выработок / Н.Ф. Косарев, А.И. Копытов, В.В. Першин, М.Д. Войтов. – Кемерово :Кузбассвуиздат, 2004. – 347 с.

2. Строительство конвейерного ствола ш. «Костромовская» в сложных горно-геологических условиях / В. В. Першин, О. В. Верхотуров, В. В. Волков, Е. А. Волкова // Вестн. КузГТУ. – № 4. – с. 24–26

3. Проектирование шахт: Учеб.для вузов/ А.С. Малкин[и др.]: Изд-во Академии горных наук, 2000.-375с

4. Подземная разработка пластовых месторождений: Учебное пособие – 3-е изд. / П.В. Егоров [и др.] – М.: Издательство Московского государственного горного университета, 2002. – 217с.

УДК 622.831

## **РАЗРАБОТКА ВАРИАНТОВ МОНТАЖНО-ДЕМОНТАЖНЫХ РАБОТ ПРИ ПЕРЕСЕЧЕНИИ МЕХАНИЗИРОВАННЫМ ОЧИСТНЫМ ЗАБОЕМ НЕПЕРЕХОДИМЫХ ДИЗЬЮНКТИВНЫХ НАРУШЕНИЙ НА УГОЛЬНЫХ ШАХТАХ**

**Поданев Е.И.**

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

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

В статье обозначены пути решений проблемы повышения эффективности перемонтажа очистного оборудования при пересечении механизированным очистным забоем непереходимых дизьюнктивных нарушений.

Ключевые слова: нарушения, очистной забой, демонтажная камера, механизированный комплекс, исследование, шахта.

Эффективная работа угольной шахты в условиях разработки пологих пластов определяется своевременной подготовкой запасов выемочного участка, интенсивным ведением монтажно-демонтажных работ и использованием высокопроизводительной очистной техники. Возникает определенная цикличность ввода-выбытия выемочных участков, характеризующая производственную программу предприятия [2, 3].

Выполненный анализ показателей перемонтажа механизированного комплекса в зоне дизьюнктивных нарушений указывает на то, что сроки перемонтажа в основном определяются длительностью демонтажных работ, так как монтаж механизированного комплекса производится параллельно с демонтажем и в среднем составляет около двух месяцев. Вследствие этого демонтаж механизированного комплекса требует подробного рассмотрения и решения проблем, выявленных в данной области.

К числу факторов, оказывающих наиболее существенное влияние на продолжительность монтажно-демонтажных работ в зоне непроходимых

дизъюнктивных нарушений, относятся самопроизвольные обрушения пород кровли в демонтажных камерах, применение морально устаревшего оборудования, высокая трудоемкость поддержания демонтажной камеры и доставки оборудования и материалов.

Способы перехода дизъюнктивных нарушений очистным забоем включают в себя крепление пород кровли, контроль состояния массива, заполнение образовавшихся полостей смесями, установление угла наклона и длины трассы, пересекаемой нарушением выработки, присечку вмещающих пласт пород и разворот комплекса в вертикальной плоскости.

Однако переход разрывного нарушения зачастую неэффективен и небезопасен [1]. В нем недостаточно определены технологические параметры, включающие в себя не только необходимость маневрирования комплексом, но и управление состоянием массива с учетом характеристик геологического нарушения и вмещающих пласт пород.

«Традиционные» методы формирования демонтажной камеры при помощи очистного комбайна с выкладыванием (заведением) над секциями крепи металлической сетки или деревянного бруса требуют выполнения подготовительных мероприятий за 12–14 стружек до остановки забоя в заранее определенной точке (рисунок 1).

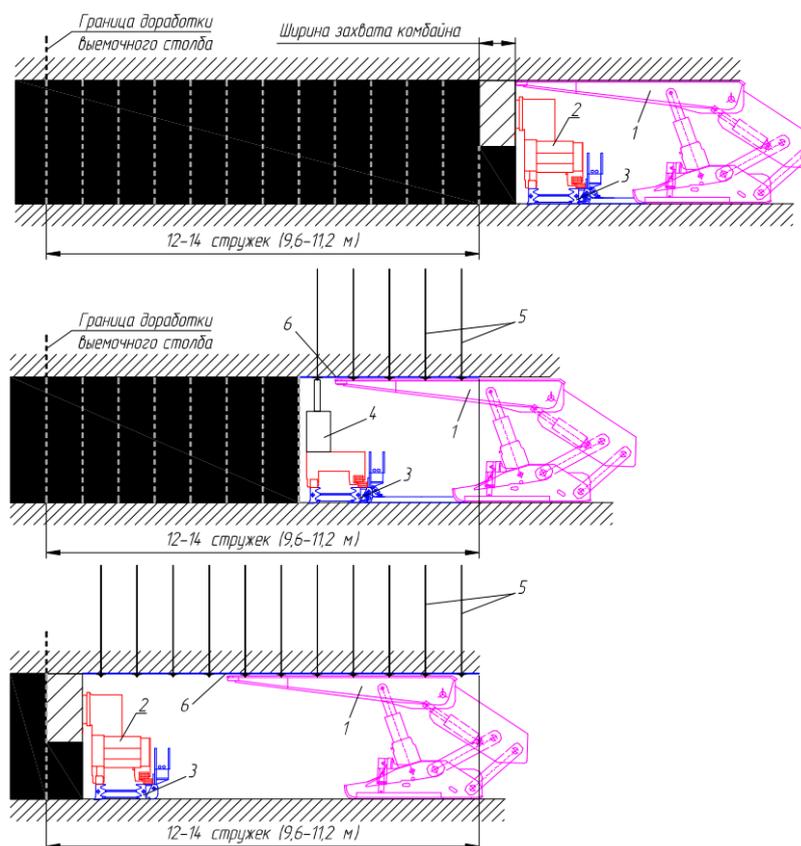


Рисунок 1 – Метод формирования демонтажной камеры при помощи очистного комбайна и выкладыванием (заведением) над секциями крепи металлической сетки или деревянного бруса

Относительно недавно процесс демонтажа очистного оборудования усовершенствовался (рисунок 2), что связано с внедрением тканевых геотекстильных материалов.

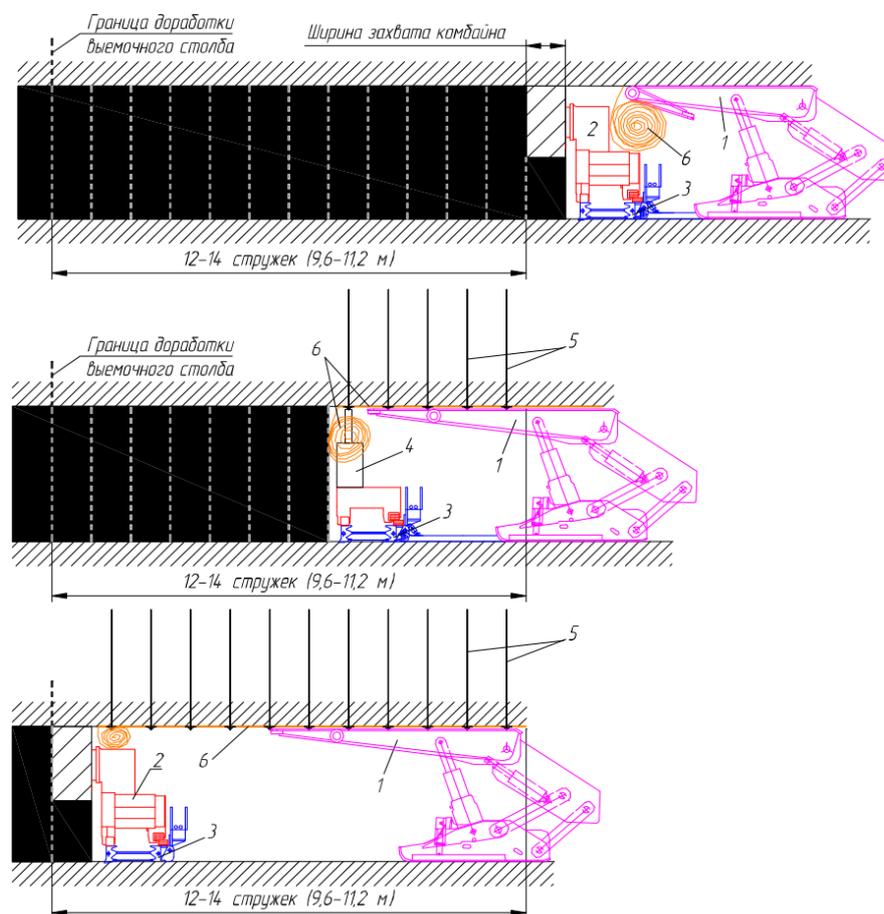


Рисунок 2 – Метод формирования демонтажной камеры при помощи очистного комбайна и выкладыванием (заведением) над секциями крепи геотекстильного материала

Несмотря на то, что эти действия направлены на снижение рисков обрушения слабой породы и предотвращения попадания породы в зону демонтажа, они замедляют темпы движения забоя, сокращая интенсивность добычи угля и, что более важно, не ликвидируют все риски обрушения слабой кровли в процессе демонтажа оборудования. После начала демонтажа оборудования забоя для укрепления камеры и безопасного ведения работ может потребоваться дополнительное усиление крепи с помощью анкеров, костров, металлических балок и стоек, а в некоторых случаях даже закачка полиуретана. Часто доступ в зону обрушения ограничен, что делает доставку и установку дополнительных усиливающих крепёжных материалов сложными и потенциально опасными.

При использовании предварительно пройденной при помощи проходческого комбайна демонтажной выработки выработка проходится и крепится заранее таким образом, чтобы необходимое количество стационарной

(костры, тумбы) и анкерной крепи могло быть установлено до приближения очистного забоя. Основным преимуществом данного метода является то, что крепь устанавливается в обычных условиях под защитой временной крепи.

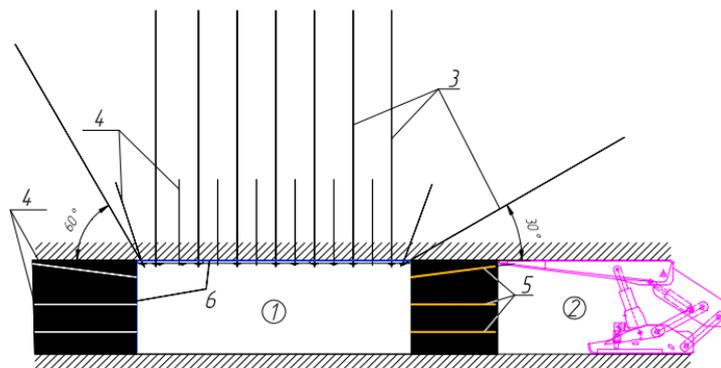


Рисунок 3 – Метод демонтажа с использованием предварительно подготовленной демонтажной выработки

*Вывод.* По результатам проведенного анализа способов монтажно-демонтажных работ при пересечении механизированным очистным забоем непереходимых дизъюнктивных нарушений предлагаются следующие технологические и технические решения.

1. Заранее подготовить демонтажную камеру, что позволит сократить время до начала демонтажных работ в два раза.
2. Усилить крепление демонтажной камеры с помощью канатных анкеров.
3. Производить демонтаж лавного конвейера дизельно-монорельсовым транспортом по 4 пары рештаков с середины сразу в обе стороны.
4. После успешного монтажа лавного конвейера начинать демонтаж секции механизированной крепи сразу с двух точек (конвейерного и вентиляционного штрека) лебедками, извлекая секции с середины.
5. Монтаж секций механизированной крепи в монтажной камере производить начиная с середины и в обе стороны.

#### Библиографический список

1. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности в угольных шахтах». Серия 05. Выпуск 40. – М.: Закрытое акционерное общество «Научно-технический центр исследований проблем промышленной безопасности, 2014. – 200 с.
2. Проектирование шахт: Учеб.для вузов/ А.С. Малкин[и др.]: Изд-во Академии горных наук, 2000.-375с.
3. Подземная разработка пластовых месторождений: Учебное пособие – 3-е изд. / П.В. Егоров [и др.] – М.: Издательство Московского государственного горного университета, 2002. – 217с.

## РАЗРАБОТКА ЭФФЕКТИВНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ПРОФИЛАКТИКЕ ПУЧЕНИЯ ПОРОД ПОЧВЫ ПРИ ОТРАБОТКЕ ВЕСЬМА СБЛИЖЕННЫХ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ

Рябцев В.А.

Научный руководитель: канд. техн. наук Волошин В.А.

Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк, e-mail:600573@mail.ru

Пучения пород почвы при отработки весьма сближенных угольных пластов оказывает негативное влияние на состояние выработок, ограничивает или совсем исключает возможность их нормальной эксплуатации. Поэтому предприятия вынуждены проводить затратные мероприятия по предупреждению и ликвидации проявлений пучения почвы.

Ключевые слова: горный массив, почва, отработка, пласт, крепь, шахта.

В настоящее время в горной науке проблемам управления состоянием пород почвы уделяется недостаточное внимание. Это связано с тем, что основные аварийные ситуации возникают при обрушении пород кровли, в виде вывалов, заколов, завалов, поломок крепи и т.д.

В статье проанализированы способы и средства предотвращения пучения почв в горных выработках и предлагается ряд рекомендации, адаптивных к условиям Кузбасса.

1. Проведение разгрузочных щелей в почву выработки на глубину 1,5 – 2 м. Для осуществления данного способа предлагается машина для нарезки щелей, представленная на рисунке 1.

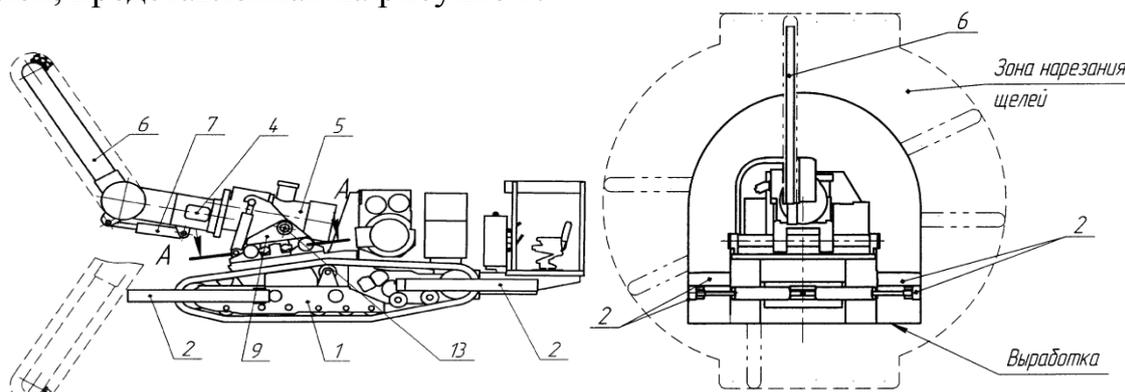


Рисунок 1 – Машина для нарезания щелей в горных выработках [1]

В предлагаемой машине за счет установки механизма поперечного перемещения исполнительного органа и гусеничных тележек с передними и задними распорными лыжами в ходовой части повышаются эксплуатационные качества и устойчивость машины при зарубках и резании щелей [1].

2. Установка анкерных болтов. Предлагаемый способ устранения с пучением почвы горных выработок включает проведение и крепление горной выработки рамной крепью с одновременным определением мощности пучащего слоя почвы и установкой в почву выработки у ее бортов наклонных анкеров. Согласно заявляемому изобретению, снижение пучения почвы горной выработки обеспечивается повышением устойчивости пучащего слоя почвы выработки.

Описанный выше способ устранения пучения почвы горных выработок наглядно представлен на рисунке 2.

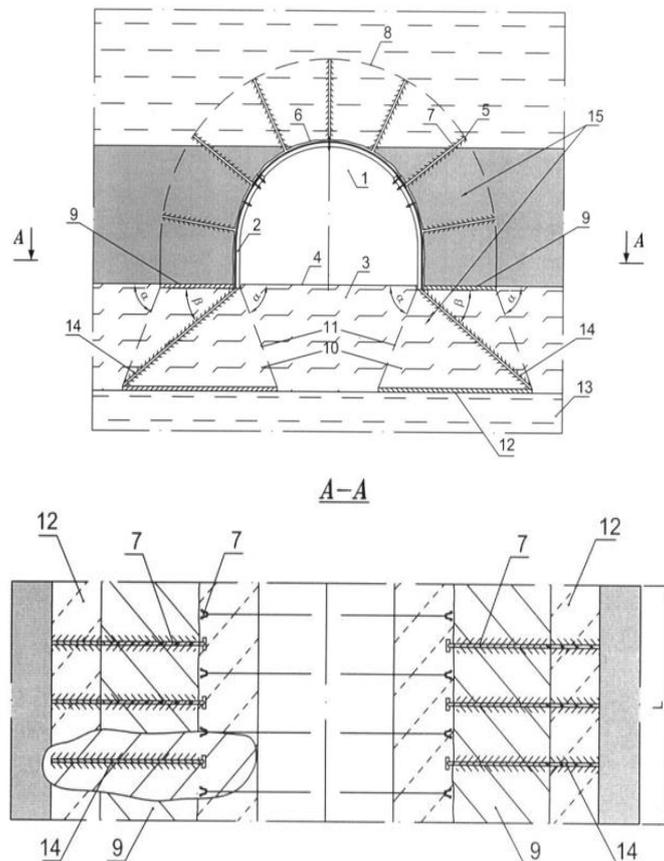


Рисунок 2 - Установка анкерных болтов по своду выработки [3].

3. Способ крепления горных выработок, пройденных в породах склонных к пучению, включающий установку основной крепи технологически заданного профиля, перетяжку кровли и анкерное крепление вспучиваемых пород.

Данный способ отличается тем, что в зонах вскрытия или присечки пучащих пород проводимой горной выработкой в почве и (или) бортах последней производят установку полимерных анкеров с одновременным нагнетанием быстротвердеющего полимерного состава сразу во все шпурсы в соответствии с принятым паспортом крепления [2].

4. Способ механического заклинивания анкера в массиве пород.

Способ заключается в следующем: используют анкер (рисунок 3), состоящий из штанги 1, замка 2, распорных элементов 3, термочувствительных силовых элементов 4, имеющих температуру в предустановочном состоянии, отличную от температуры массива, и заднего упора; заклинивание, фиксацию и натяжение анкера в массиве осуществляют за счет деформации термочувствительных силовых элементов. Техническим результатом является снижение трудоемкости и повышение надежности закрепления анкера в массиве.

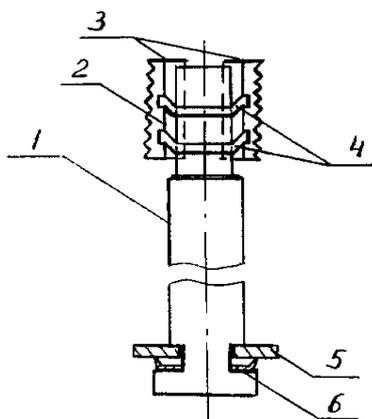


Рисунок 3- Конструкция анкера[3]

*Вывод.* По результатам анализа способов и средств профилактики пучения пород почвы при отработке весьма сближенных угольных пластов сформулированы следующие выводы.

1. Ослабление пласта может быть осуществлено созданием вертикальных щелей в почве выработки, в непосредственной близости от боков выработки, со стороны падения и восстания пласта; при этом длину щели со стороны падения пласта принимают равной максимальной мощности пучающего слоя, но не более 2000 мм, а длину щели со стороны восстания пласта - равной минимальной мощности пучающего слоя. Для осуществления данного способа предлагается машина для нарезки щелей.

2. Установка анкерных болтов относится к способам устранения с пучением почвы горных выработок, и может быть использовано для поддержания выработок в условиях воздействия динамических проявлений горного давления.

3. В зонах вскрытия или присечки пучающих пород проводимой горной выработкой в почве и (или) бортах последней рекомендуется производить установку полимерных анкеров с одновременным нагнетанием быстротвердеющего полимерного состава сразу во все шпурсы в соответствии с принятым паспортом крепления. Результат применения способа –упрочнение пород почвы и боков выработки.

4. Для снижения трудоемкости и повышение надежности закрепления анкера в массиве при анкероании почвы рекомендуется использование механического заклинивания анкера в массиве горных пород.

## Библиографический список

1. Патент 2438018 Россия. Способ борьбы с пучением почвы горных выработок [Текст] / Осипов А.Н., Булкин А. В., Гусельников Л.М., Курка С. Н.; заявл. 06.08.2010; опубликовано 27.12.2011.

2. Методика расчёта и выбора параметров крепи на сопряжениях горных выработок при одинарной и парной подготовке выемочных столбов/ ВНИМИ, СПб.: 2004. -84 с.

3. Патент 2034138 Россия. Способ борьбы с пучением почвы в подготовительных выработках [Текст] / ГОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный горный институт имени Г.В. Плеханова»; заявл. 09.08.2010; опубликовано 10.12.2011.

4. Волошин В.А. Геомеханический прогноз устойчивости подготовительных выработок в зонах геологических нарушений и повышенного горного давления: автореф. дис. на соиск. учён.степ. канд. техн. наук/ В. А. Волошин; СибГИУ. Новокузнецк: 2002. -24 с.

УДК 622.817.49:519.62:512.644

### **РАЗРАБОТАТЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПО ПОВЫШЕНИЮ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕГАЗАЦИИ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ ПУТЕМ СОЗДАНИЯ ПРОТИВОФИЛЬТРАЦИОННЫХ ЭКРАНОВ**

**Гулевич С.А.**

**Научный руководитель: д-р техн. наук, профессор Фрянов В.Н.**

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

В данной статье рассмотрен вариант барьерного экранирования дегазационных скважин с использованием направленного гидроразрыва как современный способ повышения эффективности дегазации угольных пластов. Разработаны технологические решения по повышению эффективности дегазации пласта Е6 ООО «Шахта «Осинниковская».

Ключевые слова: дегазация, угольные пласты, противοфильтрационные экраны, гидроразрыв пласта.

Повышение эффективности дегазации угольных месторождений является одной из основных проблем при подземной разработке газоносных пластов. Снижение газонасыщенности угля направлено на повышение безопасности и эффективности горных работ. От содержания газа в рудничной атмосфере напрямую зависят нагрузка на очистные забои, рентабельность разработки глубокозалегающих угольных пластов. Угольный метан представляет

интерес также и в качестве самостоятельного энергетического ресурса [1].

Одним из перспективных направлений развития угледобывающей отрасли является добыча метана, как самостоятельного сырьевого продукта для химических производств и получения моторного топлива. Существующие технологии извлечения метана из его смеси с воздухом малорентабельны. Получение метана необходимой степени чистоты возможно на стадиях заблаговременной и предварительной дегазации угольных пластов.

Проблемой предварительной дегазации угольных пластов является поступление воздуха в зону отбора метана из горной выработки через породный массив. Несмотря на большой объем выполненных работ и достигнутые успехи в научных исследованиях, современные способы защиты дегазационных скважин от поступления воздуха не обеспечивают достаточное качество их герметизации. Содержание метана в продукции каждой второй скважины составляет менее 60 % [2].

Исследованиями в области дегазации угольных пластов, герметизации дегазационных скважин породного массива для различных задач подземной разработки месторождений твердых полезных ископаемых занимались такие ученые как Забурдяев В.С., Курленя М.В., Клишин В.И., Леконцев Ю.М, Полевщиков Г.Я., Пучков Л.А., Ремезов А.В., Рубан А.Д., Сердюков С.В. и др.

Для ООО «Шахта «Осинниковская», разрабатывающей угольные пласты при углублении горных работ и повышении их природной газоносности, крайне актуальным является повышение эффективности защиты дегазационных скважин от подсосов воздуха из подземных горных выработок с целью увеличения продуктивности дегазационных скважин, снижения опасности воспламенения извлекаемой газовой смеси, повышения рентабельности использования угольного метана в народном хозяйстве.

Одним из перспективных способов герметизации нисходящих дегазационных скважин, позволяющих сократить объем дорогостоящих материалов и обеспечить надежную защиту от нежелательных подсосов воздуха, является создание воздухонепроницаемых экранов в породном массиве методом направленного гидроразрыва [3].

Для предотвращения подсосов воздуха в нисходящие дегазационные скважины через горные выработки необходимо создать несколько поперечных трещин и заполнить их жидким наполнителем под давлением выше воздуха в горной выработке.

Задача решается при помощи барьерного экранирования и состоит в повышении герметизации дегазационных скважин. Между зоной отбора метана и горной выработкой проводят гидроразрыв, трещину заполняют жидким нетвердеющим составом. Давление поддерживают не ниже давления сжатия трещины вмещающими горными породами, и не выше давления воздуха. Трещину заполняют жидким составом, которая образует воздухонепроницаемый экран. Для удержания стабильного размера экрана давление в нем не должно быть ниже давления распространенных трещин гидроразры-

ва (рисунок 1) [3].

Объем экрана зависит от его радиуса и свойств жидкости, напряженного состояния, упругих свойств вмещающих пород. Для монолитных горных пород рекомендован радиус барьерного экрана 2 метра, для трещиноватых пород – 5 метров, сильно трещиноватых пород – 10 метров и более [3].

Трещину гидроразрыва последовательно заполняют жидкостями низкой вязкости двух или более компонентов не смешивающимися друг с другом, обладающими различной проникающей способностью в горные породы, закачивают жидкость в порядке увеличения их вязкости. Тем самым вокруг экрана создают не менее одного слоя горных пород, пропитанных закачиваемыми жидкостями. Дополнительный слой вокруг экрана из пропиточных жидкостей способствует снижению газопроницаемости породного массива.

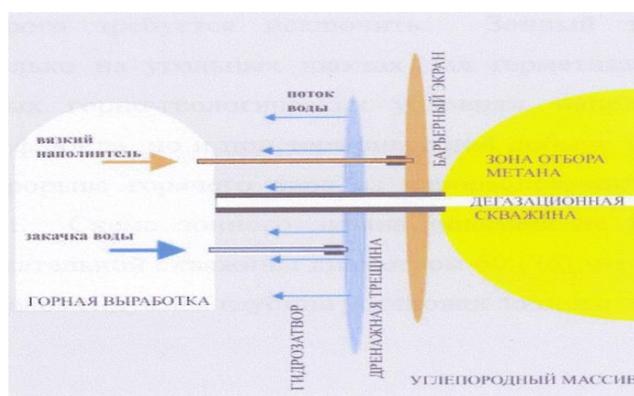


Рисунок 1- Схема барьерного экранирования нисходящей дегазационной скважины угольного пласта [3]

Для снижения утечек рабочей жидкости в проницаемых породах предложена двухслойная схема противодиффузионного экрана, показанная на рисунке 2. Двухслойный экран создают в несколько этапов. На первом этапе проводят гидроразрыв и подают в образовавшуюся трещину пропитывающий изоляционный двухкомпонентный полимерный состав. Этот состав проникает в горную породу и создает в ней изоляционный слой, препятствующий оттоку жидкости из полости экрана.

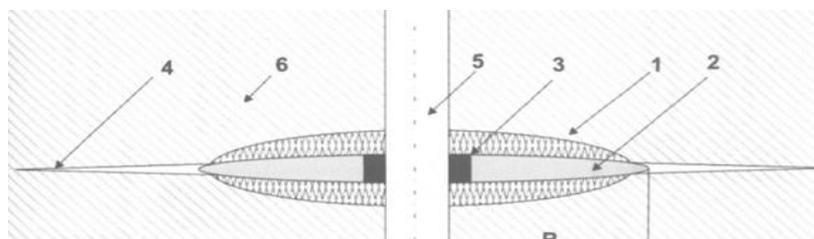


Рисунок 2 - Схема двухслойного барьерного экрана: 1 – внешний изолирующий слой; 2 - полость экрана, заполненная рабочей жидкостью под давлением; 3 - запирающая «пробка» на устье экрана; 4 - незаполненная часть трещины; 5 - дегазационная скважина; 6 - углепородный массив

Не дожидаясь отверждения полимерного состава, в трещину закачивают жидкий наполнитель, вязкость которого многократно возрастает после остывания до температуры пород. Этот состав образует внутренний слой 2 барьерного экрана (рисунок 2). Давление наполнителя поддерживают выше давления сжатия экрана горными породами, но ниже давления распространения трещины гидроразрыва вязкой жидкостью. На завершающем этапе в интервал гидроразрыва подают твердеющий состав, например битумно-полимерную мастику холодного применения или акрилатный гель с повышенной устойчивостью к напорной фильтрации, который герметизирует («запечатывает») устье экрана и препятствует оттоку из него вязкого наполнителя в скважину [4].

Установлено, что вязкость наполнителя экрана, возрастает в 30-40 раз при его остывании до температуры углепородного массива (5-10°C), а последовательная обработка поверхности трещины гидроразрыва рабочими жидкостями снижает газопроницаемость угля и пористого материала в 18-20 раз.

Рекомендуются следующие решения по повышению эффективности дегазации угольных пластов.

1. Создание в породном массиве противофильтрационных экранов с целью защиты дегазационных скважин угольных пластов от подсосов воздуха из горных выработок.

2. Внедрение в условиях ООО «Шахта «Осинниковская» способа барьерного экранирования дегазационных скважин с использованием направленного гидроразрыва, при котором создаваемые трещины наполняют вязкой жидкостью под давлением выше давления воздуха в горной выработке, а для снижения утечек наполнителя вокруг трещин формируют слой породы, пропитанный изоляционным полимерным составом.

3. Для герметизации дегазационных скважин при высокой проницаемости горных пород рекомендуется схема противофильтрационного экрана из двух параллельных трещин, одну из которых заполняют полимерным изоляционным составом, а в другую закачивают воду под давлением выше давления воздуха и тем самым создают в породном массиве водный поток, направленный в сторону горной выработки.

Таким образом, для ООО «Шахта «Осинниковская» применение эффективных схем дегазации с использованием конструкций противофильтрационных экранов для защиты нисходящих дегазационных скважин от подсосов воздуха из горных выработок через породный массив позволит повысить газовыделение в скважины, увеличить концентрацию метана в системе дегазации до 90 % и тем самым, повысить безопасность работ за счет снижения опасности воспламенения извлекаемой газовой смеси.

Предлагаемый подход позволит повысить не только безопасность горных работ в условиях шахт Кузбасса, но и увеличить рентабельность использования угольного метана в народном хозяйстве.

## Библиографический список

1. Ангеловский А. А. Снижение газовыделения метана в горные выработки с применением гидродинамического воздействия [Электронный ресурс] / А. А. Ангеловский, П.Ю. Моисеенко, Е.А. Воробьев и др.// Режим доступа:<http://ea.dg^.donetsk.ua:8080/jspuLbitstream/123456789/16445/1>.

2. Инструкция по дегазации угольных шахт. Серия 05. Выпуск 22. - М.: Закрытое акционерное общество «Научно-технический центр исследований проблем промышленной безопасности», 2012. - 250с.

3. Курленя М.В. Герметизация дегазационных скважин угольных пластов методом барьерного экранирования / М.В. Курленя, Т.В. Шилова, С.В. Сердюков, А.В. Патутин // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. - 2014 - № 4 - С. 189-194.

4. Патутин А. В. Повышение качества герметизации дегазационных скважин / А. В. Патутин, Т. В. Шилова, С. В. Сердюков // ИНТЕРЭКСПО ГЕО-СИБИРЬ. - Новосибирск, 2013. - Т. 2. - №. 3.

УДК 622.273.217.6:622.822.22

## **ПРОФИЛАКТИКА ЭНДОГЕННЫХ ПОЖАРОВ ПРИ ОТРАБОТКЕ СКЛОННЫХ К САМОВОЗГОРАНИЮ МОЩНЫХ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ КУЗБАССА**

**Обрядин А.А.**

**Научный руководитель: д-р техн. наук, профессор Фрянов В.Н.**

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

Возникновение эндогенных пожаров на угольных шахтах Кузбасса, наносит угольным предприятиям большой экономический ущерб, угрожают здоровью и жизни шахтеров из-за выделения токсичных продуктов горения, опасности воспламенения горючих газов и угольной пыли. Профилактика эндогенных пожаров становится важной частью технологии подземной отработки пластов угля, ее роль со временем будет только возрастать.

Ключевые слова: профилактика эндогенных пожаров, безопасность в угольной промышленности, ликвидация пожара, выработанное пространство, инертный газ, бурение скважин

При несвоевременном вводе средств пожарной защиты в действие, а также низкой эффективности применяемых способов тушения, подземные пожары несут за собой огромную вероятность возникновения аварии. Они дезорганизуют работу предприятия, обесценивают недра, приводят в негодность оборудование. Под угрозой оказываются здоровье и жизнь шахтеров, а

также горноспасателей, участвующих в ликвидации аварийной ситуации. Выделение тепла, дыма и токсичных газов в ограниченный объем горных выработок делают рудничную атмосферу непригодной для дыхания. Благодаря вентиляции продукты горения, в том числе и токсичные газы, способны быстро распространиться на значительные расстояния от очага пожара.

Предметом данной статьи является исследование существующих и разработка новых технологических и технических решений по профилактике эндогенных пожаров при отработке склонных к самовозгоранию мощных угольных пластов Кузбасса.

Вероятность самовозгорания угля зависит от многих факторов: химической активности угля, горно-геологических и горнотехнических условий, которые определяют возможность образования скоплений угля и приток к ним свежего воздуха. Существенно влияют на эндогенную пожароопасность шахт такие горно-геологические параметры обрабатываемых угольных пластов, как мощность и угол падения, наличие геологических нарушений и пропластков угля во смещающих породах [1].

Одним из наиболее распространенных способов профилактики эндогенных пожаров в шахтах, разрабатывающих пласты угля, склонного к самовозгоранию, является метод заиливания выработанного пространства отработанных участков. Пульпа представляет собой водную суспензию из тонкодисперсного твердого материала (глины или суглинки) [2].

Положительным действием глинистой пульпы является существенное снижение температуры обработанного разогретого угольного скопления из-за поглощения тепла на нагрев и испарение воды. Глинистая пульпа также тормозит реакцию окисления угля кислородом воздуха, образуя на его поверхности защитные предохранительные пленки, препятствующие проникновению кислорода воздуха к активным центрам. Жидкая составляющая пульпы увлажняет уголь, что увеличивает его теплопроводность и удельную теплоемкость, снижая скорость его разогрева в результате окисления после обработки.

Недостатками технологии профилактического заиливания являются высокая трудоемкость и необходимость подачи глинистой пульпы в больших объемах, что может приводить к образованию скоплений пульпы и опасности прорыва ее в действующие выработки, а также ее большая плотность. Поэтому при подаче в выработанное пространство пульпа стекает по почве пласта и не обрабатывает весь объем обрушенной массы угля. Вследствие этого применение заиливания выработанного пространства в действующих выемочных блоках зачастую несовместимо с процессом угледобычи.

Наибольшее распространение для профилактики подземных эндогенных пожаров получил азот, подаваемый в основном в газообразном состоянии [3]. В ряде случаев шахты получают азот в сжиженном состоянии, и для его газификации применяются теплообменники, в которых для испарения и нагрева азота используется атмосферный воздух или горячая вода. Однако при хранении и транспортировке сжиженного азота происходят большие потери газа из-за теплообмена с окружающей средой.

Применяемому способу газификации жидкого азота путём теплообмена с теплоносителем присущи определенные недостатки. Одним из важнейших является то, что образующийся газообразный азот является абсолютно сухим, что резко снижает его хладагентное действие. Кроме того, подача сухого газа в выработанное пространство приводит к высушиванию скопленных углей, что может вызвать увеличение его химической активности по отношению к кислороду с последующей интенсификацией процесса окисления, и развитию самовозгорания после вымывания азота.

Применяемые способы профилактики эндогенных пожаров зачастую оказываются малоэффективными из-за незначительного теплосъема с разогретого угля или ограниченного распространения хладагента в выработанном пространстве. Низкая эффективность пассивного способа подавления очагов самовозгорания приводит к длительной изоляции участка, а зачастую и к потере подготовленных к выемке запасов угля и дорогостоящего оборудования.

Таким образом, на основании проведенного анализа можно сделать вывод, что для эффективной борьбы с эндогенными пожарами необходима разработка новых методов профилактики эндогенных пожаров, способных резко повысить теплосъем с очага и распространяться в выработанном пространстве на большие расстояния, а также комплексное применение способов прогноза, обнаружения, профилактики и тушения очагов самовозгорания.

Профилактика эндогенных пожаров ведется с применением способов изоляции, подачи в выработанное пространство воды, глинистой пульпы, пены и жидких аэрозолей. О низкой эффективности применяемых способов борьбы свидетельствует большое количество действующих пожаров, а также длительность их тушения.

Для повышения эффективности подавления очагов самовозгорания рекомендуется использовать подачу инертизирующего состава в герметически закрытой ёмкости с разрушаемой оболочкой [4].

При попадании закрытых ёмкостей с жидким азотом в область самовозгорания горючего материала, жидкий инертный газ интенсивно испаряется, давление внутри ёмкости возрастает, и при достижении заданной критической температуры происходит разрыв оболочки. Возникающий при разрыве оболочки ёмкости скачок давления уплотняет окружающие породы, препятствуя проникновению воздуха в выработанное пространство и истечению выделившегося инертного газа в действующие горные выработки. За счет инертизации атмосферы выработанного пространства прекращается выделение тепла горючим материалом. Одновременно происходит охлаждение горной массы жидким азотом, а также снижается температура инертного газа при резком снижении его давления в момент разрыва оболочки. Все вышеизложенное позволяет заключить, что применение инертизирующих составов в закрытой ёмкости с разрушающей оболочкой позволит оперативно отреагировать на повышение температуры самонагрева угля и сократить длительность тушения подземных пожаров, возникающих в выработанном пространстве шахт.

Вместе с тем, выполнение мероприятий по частичному отводу метановоздушной смеси и профилактики самовозгорания угля происходит по одним и тем же скважинам, пробуренным с поверхности [5]. Сначала отводят от очистного забоя метановоздушную смесь по скважинам через выработанное пространство, а по мере возрастания аэродинамического сопротивления очередной скважины через нее осуществляют профилактическую обработку сформировавшейся под нею пожароопасной зоны. За счет этого значительно снижается трудоемкость как проветривания и управления газовыделением, так и профилактики эндогенных пожаров.

Таким образом, предлагаемые решения позволят повысить эффективность профилактики эндогенных пожаров на склонных к самовозгоранию мощных угольных пластах, обеспечивая тем самым безопасность ведения горных работ и снижение экономического ущерба от возникновения эндогенных пожаров.

#### Библиографический список

1. Игишев В.Г. – Борьба с самовозгоранием угля в шахтах. – М.: Недра, 1987. – 176 с.
2. Галсанов Н.Л. – Обоснование метода подавления очагов самовозгорания угля в шахтах инертизирующими составами с замораживанием жидких частиц [Текст]: учеб. пособие / монография / Н. Л. Галсанов. – Кемерово, 2016. – 149 с.
3. Портола В.А.: Обнаружение ранней стадии процесса самовозгорания угля в шахтах [Текст] / В. А. Портола, С. Н. Лабукин: – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011. – 133 с.
4. Портола В. А. – Патент № 2482278 от 16.03.2011, опубл. 20.05.2013 Бюл. № 14. Способы борьбы с пожарами в шахтах. – 4 с.
5. Син С.А. – Патент № 2406825 от 18.05.2009, опубл. 20.12.2010 Бюл. № 35. Способ предупреждения эндогенных пожаров в выработанном пространстве действующих очистных забоев. – 4 с.

УДК 622:861

## **АНАЛИЗ УСЛОВИЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ВОЕНИЗИРОВАННЫХ ГОРНОСПАСАТЕЛЬНЫХ ЧАСТЕЙ МЧС РОССИИ НА ПЕРИОД ДО 2030 ГОДА**

**Будулев А.С.**

**Научный руководитель: д-р техн. наук, профессор Домрачев А.Н.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк, e-mail: zgd-14\_budulev\_as@do.sibsiu.ru*

Развитие добычи минерально-сырьевых ресурсов сопровождается практически повсеместным ухудшением горно-геологических и горнотехни-

ческих условий эксплуатации месторождений. Такое ухудшение позволяет прогнозировать не только сохранение опасности возникновения аварий и инцидентов, но и повышение требований к военизированным горноспасательным частям при выполнении профилактических и аварийно-спасательных работ на действующих и строящихся горных предприятиях. Вызовы и угрозы требуют не только поддержания текущей готовности горноспасательных частей, но и совершенствования тактики, структуры и организации, нормативного и технического обеспечения ВГСЧ МЧС России.

Ключевые слова: уровень травматизма, опасные факторы, причины аварий, глубина работ, аварийно-спасательные работы, шахты и рудники.

Как отмечено в подпрограмме «Безопасность и охрана труда в угольной промышленности» [1] продолжает увеличиваться доля подземной добычи угля, осуществляемой в неблагоприятных горно-геологических условиях. За последние 10 лет средняя глубина отработки пластов на шахтах увеличилась на 12% и в 2012 г составила 441 м. В результате реализации «Стратегии...» к 2030 г предполагается снизить среднюю глубину разработки на шахтах до 350 м в 2030 г.

За период с 2008 по 2012 гг уровень смертельного травматизма был снижен с 0,19 до 0,15 человека на 1 млн. тонн добытого угля [1]. Однако если в период с 2013 по 2015 г. существовала успокаивающая тенденция снижения количества смертельных случаев на шахтах с 57 до 11, то уже в первом квартале 2016 г. это количество выросло до 36 (шахта «Северная», г. Воркута). Соответственно, в этот период по количеству смертельных случаев на 1 млн т добычи угля (1,44) Россия сравнялась с Китаем (1,5 в 2010 г.), занимающим первое место в мире по аварийности шахт. Следует отметить, что на первом месте в мире по безопасности шахт находится Австралия (0,03 смертей/млн т), где законодательством предусмотрен запрет эксплуатации угольных шахт с метаноносностью пластов более 9 м<sup>3</sup>/т без предварительной дегазации. В России же без какой-либо предварительной дегазации эксплуатируются сверхкатегорные шахты с метаноносностью пластов более 20 м<sup>3</sup>/т и даже до 40 м<sup>3</sup>/т. Так, например, в Кузбассе 22 из 60 эксплуатируемых шахт относятся к сверхкатегорным с метаноносностью свыше 15 м<sup>3</sup>/т, в том числе 15 шахт – опасные по внезапным выбросам угля и газа. Основными причинами возникновения взрывов метана в шахтах, которые, как правило, отсутствуют в решениях правительственных комиссий, согласно [2], являются:

- выборочная отработка наиболее благоприятных пластов в свите;
- эксплуатация сверхкатегорных шахт с метаноносностью более 15 м<sup>3</sup>/т без их предварительной дегазации;
- отсутствие предварительной и низкая эффективность текущей дегазации метаноносных угольных пластов;
- использование системы разработки длинными столбами по простиранию с обрушением кровли без применения каких-либо способов ее

разупрочнения и принудительной посадки;

- применение всасывающего способа проветривания шахт и комбинированных схем проветривания очистных забоев при отработке угольных пластов, склонных к самовозгоранию;

- сдельно-премиальная система оплаты труда шахтеров.

На основании Протокола совещания у Председателя Правительства РФ Д.А.Медведева от 04.04.2016 была создана Комиссия по выявлению шахт, осуществляющих добычу угля в особо опасных горно-геологических условиях [3]. В число горно-геологических факторов, определенных Комиссией для особого анализа, включены (в скобках отражено количество действующих шахт с указанной степенью опасности, по данным анализа АО «Росинформуголь»):

- опасность по внезапным выбросам породы, газа и (или) пыли (30 шахт);
- опасность по самовозгоранию угля (32 шахты);
- опасность по горным ударам (33 шахты);
- опасность по взрывам пыли (54 шахты);
- опасность по прорывам воды, пульпы (25 шахт).

Кроме того, оценивались условия и состояние производственных систем, напрямую влияющих на основные факторы опасности:

- состояние системы проветривания шахты;
- состояние системы дегазации шахты;
- состояние системы пылевзрывозащиты.

Согласно проведенному анализу, в государственном реестре опасных производственных объектов числились 82 угольные шахты, из них: 58 работающих, 7 находящихся на консервации с неопределенным сроком, 5 в процедуре банкротства или конкурсного производства, 12 входят в комплексную программу ликвидации убыточных шахт. Как правило, шахты характеризуются целым комплексом опасных горно-геологических факторов. Так, из эксплуатируемых угольных шахт 21 шахта характеризуется тремя и более факторами опасности, три шахты имеют все пять факторов опасности. Обобщение и систематизация данных проводились аналитиками и специалистами АО «Росинформуголь» и ННЦ – ГП ИГД им. А.А. Скочинского.

Из проведенного Комиссией анализа установлено, что основной вклад в суммарную степень рисков вносят (по оценкам экспертов Комиссии):

- опасности взрыва газа и пыли – около 30% общего балла;
- опасности, обусловленные состоянием проветривания шахты – около 14-18 % общего балла;
- опасности, обусловленные состоянием систем пылевзрывозащиты – около 12-21 % общего балла;
- опасности по горным ударам – около 7-17% общего балла.

Выводы экспертов в целом подтверждаются статистикой аварийности и опытом эксплуатации угольных шахт [3].

На горнорудных предприятиях России также сохраняется тенденция

постоянного ухудшения геологических и горнотехнических условий разработки месторождений. Средневзвешенная (по добыче) глубина карьеров восьми горно-обогатительных комбинатов за период 2000 - 2006 гг. возросла на 40 м и достигла 280 м. Эта тенденция в основном сохранится и до 2020 г., и средневзвешенная глубина крупных железорудных карьеров достигнет 350 м, что значительно усложнит горные работы на большой глубине и особенно транспорт руды на дробильно-обогатительные фабрики и вскрыши в отвалы.

По геологическим условиям месторождения железных руд, разрабатываемые подземным способом, относятся в основном ко второй группе сложности. Таштагольское и Шерегешское месторождения в Горной Шории отнесены к удароопасным, а Абаканское, Естюнинское, Высокогорское, Песчанское, Гороблагодатское и Казское месторождения — к склонным к горным ударам.

Постоянно усложняются условия подземной разработки калийных руд. Так, на Гремячинском месторождении при мощности рудного тела - 2,3 до 21,5 метра и глубине залегания силвинитового пласта от 1004 до 1295 м вскрытие осуществляется тремя вертикальными стволами диаметром 7 метров и глубиной скиповых стволов 1147 метров, клетевого ствола – 1115 метров [4-6].

Все вышеизложенное позволяет сделать вывод о необходимости дальнейшего развития и совершенствования технического оснащения и структуры ВГСЧ МЧС России, что даст возможность противостоять ожидаемым вызовам и угрозам на период до 2030 г. В качестве основных направлений развития можно указать повышение роли добровольных вспомогательных горноспасательных команд (ВГК), создание отдельных, в том числе аэромобильных высокопрофессиональных формирований и специализированных центров подготовки шахтеров и горноспасателей, массовое внедрение автоматизированных систем для локализации аварий на ранней стадии, а также создание современных робототехнических комплексов для ведения разведки и выполнения аварийно-спасательных работ в условиях шахт и рудников.

#### Библиографический список.

1. Программа развития угольной промышленности России до 2030 г.
2. Ордин А.А. О необходимости изменения горного законодательства и нормативных актов для предотвращения взрывов метана на угольных шахтах России//А.А. Ордин, А.М. Никольский. - Уголь №6. – 2016. - С.38 – 41
3. Твердов А.А. Тенденции повышения безопасности на угольных шахтах с особо опасными горно-геологическими условиями// А.А. Твердов, С.Б. Никишичев, А.Б. Яновский, А.И. Скрыль. - Уголь №3. – 2017. - С.4-8
4. Стратегия развития металлургической промышленности Российской Федерации и на период до 2030 г.; Министерство промышленности и торговли РФ. — М., 2014.

5. Информационно-аналитический обзор технико-экономических показателей горнорудных предприятий. Часть 1. Производство, поставки, запасы. — М. : ОАО «РУДПРОМ», 2016.

6. Волкова А.В. Рынок минеральных удобрений (I квартал 2017 г.) – [Электронный ресурс]. URL: <https://dcenter.hse.ru/data/2015/12/22/1132768850/IV%20%D0%BA%D0%B2%202015.pdf>. (дата обращения 08.02.2018).

УДК 622:861

## **АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ГОРНОСПАСАТЕЛЬНОЙ СВЯЗИ И ШАХТНЫХ ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМ ПРИ ВЕДЕНИИ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ РАБОТ**

**Будулев А.С.**

**Научный руководитель: д-р техн. наук, профессор Домрачев А.Н.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк, e-mail: zgd-14\_budulev\_as@do.sibsiu.ru*

Использование современных средств связи является важной частью повышения результативности и безопасности ведения поисково- и аварийно-спасательных работ. В МЧС России широко распространена практика использования беспроводных цифровых систем связи, однако в военизированных горноспасательных частях данная тенденция пока не получила должного развития. Приведенная ниже статья содержит краткий анализ опыта создания современных средств связи и использования шахтных информационно-управляющих систем при ведении аварийно-спасательных работ на горных предприятиях.

Ключевые слова: поисковые работы, аварийно-спасательные работы, подземные работы, видеонаблюдение, средства связи.

В настоящее время на вооружении ВГСЧ продолжают оставаться средства связи, разработанные еще 1970-1980 гг. Проводная аппаратура «УГОЛЕК-2М» предназначена для обеспечения двусторонней симплексной громкоговорящей связи при передаче информации между отделением и базой с одновременным прослушиванием производственных шумов во время движения по горным выработкам на расстоянии не более 5 км. В качестве линий связи может применяться провод ГСП ТУ 16.К79-006-88 и другие провода в изоляции (с сечением жил 0,35 мм<sup>2</sup> или 0,5 мм<sup>2</sup>). Используются катушка связи горноспасательная КСГ-Р УХЛ5 ТУ 8050-007-74714525-12. Аппарат имеет исполнение «ОЕхIаIICT3» и «РО Иа Х», степень защиты корпусов — IP54.

Аппаратура индуктивной шахтовой связи «КВАРЦ - ЗМ» предназначена для обеспечения передачи речевой информации в условиях двусторонней телефонной связи и кодовой сигнализации тональными сигналами. Связь осуществляется между горноспасательным отделением (аппаратами «Кварц», «Кварц-1»), подземной базой и командным пунктом с использованием изолированных металлических проводников в шахте. Используется в целях:

- оповещения горнорабочих об авариях, при горноспасательных работах в шахтах, экстренной связи с персоналом шахты, который находится в горных выработках;

- реализации внутришахтной связи и связи абонентов, находящихся на поверхности, в вагонетке или в другом движущемся транспорте.

В качестве металлических направляющих используются телефонные кабели, кабели автоматики и линии АГЗ, катушка связи горноспасательная КСГ-Р с проводом ГСП 2×0,35 или специально проложенные линии из любого изолированного провода. Максимальная дальность связи составляет не более 8 км.

Система подземной аварийной связи «Радиус СПАС» входит в комплекс аварийной связи ВГСЧ является системой мобильной аварийной связи, развертываемой в подземных горных выработках при ведении горноспасательных работ подразделениями ВГСЧ. Система предназначена для:

- обеспечения циркулярной двунаправленной связью горноспасателей ВГСЧ между собой и подземной базой по беспроводному радиорепетиторному каналу связи и (или) по цифровой и двухпроводной линии связи, оборудованной линейными устройствами радиодоступа;

- поиска и обнаружения людей, застигнутых аварией, определение координат местоположения пострадавших через слой породы толщиной не менее 20 м (в соответствии с требованиями п.41 [1]).

Комплекс предусматривает техническую возможность дооборудования системы дополнительным комплектом датчиков состояния атмосферы и состояния горноспасателей. Сведения о дальности связи между различными компонентами системы приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Дальность связи между отдельными компонентами системы «Радиус СПАС»

Компоненты системы	Дальность связи, м
Комплекс аварийной связи ВГСЧ «Радиус СПАС-01»	
Радиорепетиторное устройство с точкой беспроводного доступа «Радиус РУ.Д» - «Радиус РУ.Д»	300
«Радиус-РУ.Д» - «Радиус ПРМ 8 –WiFi»	150
«Радиус-РУ.Д» -взрывобезопасный мобильный телефон	150
Комплекс аварийной связи ВГСЧ «Радиус СПАС-02»	1500

Наряду с развитием средств связи ВГСЧ как важную составляющую прогноза параметров аварийно-спасательных работ необходимо рассматривать непрерывное развитие и совершенствование шахтных информационно-управляющих систем (ШИУС). В результате совместной работы специалистов АО «Сибирская угольная энергетическая компания» (СУЭК) и НПФ «Гранч» была разработана концепция «Умная шахта» – ГОРНАСС. В рамках концепции «Умная шахта» была создана система наблюдения, оповещения и поиска людей, застигнутых аварией, «SBGPS» (система SBGPS), опытный образец которой был впервые испытан в 2008 г. на шахте «Котинская» АО «СУЭК-Кузбасс». В рамках системы SBGPS реализуются следующие функции, призванные повысить эффективность разведки и других видов аварийно-спасательных работ [2]:

- непрерывное определение координат местонахождения персонала в подземных выработках шахт, отображение позиции каждого человека на 3D-модели шахты на пульте горного диспетчера в режиме реального времени с разрешением  $\pm 20$  м;

- оповещение персонала об авариях и других событиях, причем сигнал оповещения имеет возможность «аппаратного» (сигнал доставлен) и «ручного» (сигнал опознан) подтверждения;

- вызов помощи – «тревожная кнопка» на индивидуальном устройстве;

- поиск людей, застигнутых аварией, на основании данных о последнем местонахождении и данных, передаваемых от индивидуальных устройств;

- голосовая связь между работниками, находящимися под землей, друг с другом и с диспетчером (подземные смартфоны), а также возможность выхода в телефонную сеть шахты, включая возможность групповой связи (конференцсвязь);

- сканирующий (динамический) газовый контроль вдоль всей протяженности шахты.

На шахтах СУЭК инфраструктурой системы SBGPS оснащены 167 км горных выработок. Более трех тысяч человек при спуске в шахту получают в ламповой индивидуальные устройства, которые одновременно являются и головными светильниками, и средствами для определения координат местоположения и приема аварийного сообщения. Наблюдение за местонахождением людей в горных выработках в режиме реального времени возможно не только из диспетчерской шахты, но также из Единого диспетчерско-аналитического центра АО «СУЭК-Кузбасс».

Формирование многофункциональной системы безопасности «Умная шахта» по принципу «интеллектуальной среды» с использованием возможностей технологии Wi-Fi способствует:

- исключению влияния «человеческого фактора» на уровень газовой безопасности в шахте;

- повышению уровня безопасности условий труда за счет организации индивидуального наблюдения, оповещения и поиска людей, застигнутых аварией,

а также оперативного управления персоналом в кризисных ситуациях;  
-снижению числа нарушений производственной дисциплины за счет организации контроля перемещения каждого человека в шахте и оперативного табельного учета [2].

Таким образом, в связи с нерешенностью комплекса проблем создания простой и надежной беспроводной связи для ВГСЧ МЧС России на ближайшую перспективу частичным решением проблемы может стать максимальное использование возможностей современных реализаций многофункциональных систем безопасности на действующих шахтах Кузбасса и России в целом.

#### Библиографический список

1. Правила безопасности в угольных шахтах (ПБ-05-618-03). Серия 05. Выпуск 40/ Колл. авт. – М.: Государственное унитарное предприятие «Научно-технический центр исследования проблем промышленной безопасности», 2014. – 200 с.

2. Космические технологии – «Подземному космосу». - Уголь. – 2016. - №11. - С.38-42.

УДК 622:861

## **АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКИХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ И ОПЫТА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РОБОТОТЕХНИКИ ПРИ ВЕДЕНИИ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ РАБОТ НА ГОРНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ**

**Будулев А.С.**

**Научный руководитель: д-р техн. наук, профессор Домрачев АН.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк, e-mail: zgd-14\_budulev\_as@do.sibsiu.ru*

Использование робототехнических систем для разведки, управления, выполнения трудоемких и опасных для человека работ становится трендом в военном деле, системах управления транспортом, а также при ведении поисково- и аварийно-спасательных работ. В МЧС России широко распространена практика использования квадрокоптеров, имеются наработки в области создания роботов для тушения пожаров, однако в военизированных горноспасательных частях данная тенденция пока не получила должного развития. Приведенная ниже статья содержит краткий анализ зарубежного опыта создания и использования роботов для разведки и ведения горноспасательных работ.

Ключевые слова: поисковые работы, аварийно-спасательные работы, подземные роботы, видеонаблюдение, подземное картирование.

Использование роботов структурами гражданской обороны бывшего

СССР началось в 1987 г., когда при ликвидации чернобыльской аварии были использованы погрузочно-транспортные системы с дистанционным управлением типа ТР-Г1 «Антошка», разработанные в центральном научно-исследовательском институте робототехники. Развитием этой и ряда других разработок стали системы радиационной разведки и поиска источников излучения Берлога-Р и РТК-05 [1].

В настоящее время в системе МЧС России широкое распространение получило использование квадрокоптеров компаний DJI и «ТехСнабРесурс» для ведения разведки в местах, недоступных для пожарных и работников поисково-спасательных служб. При проведении спасательных работ могут быть использованы мобильные робототехнические комплексы МРК-25, МРК-27, КПП, для дистанционного тушения пожаров – комплексы Ель-4 и Ель-10. В качестве полноценной замены человека-спасателя был разработан робот, получивший собственное имя FEDOR (Final Experimental Demonstration Object Research). Робот «Федор» создан Фондом перспективных исследований (ФПИ) по заказу МЧС России, и прошел испытания на базе НПО «Андроидная техника» в Магнитогорске.

Однако в горноспасательных частях, несмотря на высокую опасность ведения аварийно-спасательных работ в условиях шахт и рудников использование робототехники пока не вышло за рамки разработки общих требований к техническим характеристикам оборудования. В то же время за рубежом предпринимаются попытки создания подземных роботов для ведения разведки и выполнения вспомогательных задач, и часть из них уже доведена до стадии промышленных образцов

Общие сведения о подземных роботах-спасателях приведены в таблице 1 [2]. Основные требования к оснащению роботов для ведения разведки и других видов подземных аварийно-спасательных работ могут быть сформулированы следующим образом: наличие собственных источников освещения, передача (оператору) видео в режиме реального времени, термокамера для обнаружения пострадавших и источников огня, датчики температуры, газоанализаторы, навесное оборудование для перемещения обломков, мешающих операции. Все камеры и датчики должны быть взрывозащищенными. Согласно [2] основные ограничения, которые препятствуют широкому внедрению роботов — длина кабеля (беспроводные системы не показали себя достаточно надежными), недостаточные маневренность и время работы от батареи, малая высота до кровли выработки с выступающими элементами крепи, нависающими кабелями и т.д.

Одним из наиболее совершенных роботов-разведчиков может быть признан Gemini Scout компании Sandia Labs (США). Робот оснащен газовым детектором, инфракрасной камерой и камерой кругового обзора для обнаружения пострадавших. При дистанционном управлении роботом используется система на основе аппаратной части игровой консоли X-box 360. Однако до настоящего времени нет однозначно положительного опыта использования

роботов-разведчиков в реальных аварийных ситуациях. В 2006 г. при проведении разведки после аварии на шахте SagoMine (США) робот прошел всего 2600 футов (790 м) и был выведен из зоны работ.

Таблица 1 - Основные сведения о роботах-спасателях

Название	Год изготовления	Оснащение	Радиус действия (управления)	Габариты, м			Вес, кг
				длина	ширина	высота	
Volwerine V2*	2001	Ввод для газоанализатора+3 камеры	5000 футов (оптоволоконный кабель)	н.д	0,76	1,27	550
Gemini scout	н.д	Газоанализатор, тепловая камера, видеокамера	Без проводов	1,2	н.д	0,6	н.д
Numbat	Конец 1990-х	4 видеокамеры	Без проводов	1,65	2,5	н.д	н.д
Ground Hog	н.д	Для обследования, видеосъемок и картирования горных выработок					
Sub-terranean-robot (SR)**	н.д	Видеокамера, сонар, подводная камера	Радиочастотный модуль	0,55	0,25	н.д	42
*переделан из военного робота-сапера, стоимость робота - \$280000							
**может работать в затопленных выработках							

Несмотря на неоднозначный опыт использования роботов-спасателей в зарубежной практике, данное направление остается важной составляющей развития технического оснащения ВГСЧ МЧС России, а его реализация позволит существенно усовершенствовать тактику ведения разведки в загазированных выработках, в выработках с повышенным риском обрушения, а также в опасных зонах при повышенном риске повторного взрыва (взрывов) пылеметановоздушной смеси.

#### Библиографический список

1. Р.Фишман. Космос. Глубина и радиация. Экстремальные роботы/ Р.Фишман. - Популярная механика, №11/2018 г.-С.96-100.
- 2.Hemanth Reddy A\*, BallaKalyan, Ch. S. N. Murthy Mine Rescue Robot System – A Review Dept. of Mining Engineering, National Institution of Technology Karnataka, Mangalore – 575025, India A. Hemanth Reddy et al. / Procedia Earth and Planetary Science 11 ( 2015 ) 457 – 462.

## **РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ВСПОМОГАТЕЛЬНОГО ТРАНСПОРТА**

**Фокин Д.А.**

**Научный руководитель: д-р техн. наук, профессор Домрачев А.Н.**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

В данной статье рассмотрен вопрос повышения эффективности и безопасности использования вспомогательного транспорта на угольных шахтах. Рассмотрены решения использования монорельсовых дорог с локомотивной тягой.

Ключевые слова: вспомогательный транспорт, монорельсовые дороги, шахта, горные выработки.

Выбор вида вспомогательного транспорта для конкретной технологической схемы транспорта должен обосновываться технико-экономическим расчетом на основе конкретных горно-геологических и горнотехнических условий с учетом возможных изменений условий (длины транспортирования, объемов перевозок и др.) функционирования системы [1,2].

При выборе вида вспомогательного транспорта как отдельного звена необходимо учитывать: требуемый объем и номенклатуру перевозимых грузов, массу и размеры наиболее тяжелых грузовых единиц и производительность доставки; вид вспомогательного транспорта в смежных звеньях; чтобы избежать или свести к минимуму перегрузки с одного вида транспорта на другой (при наличии перегрузочных операций, последние должны быть полностью механизированы).

Таким образом, средства транспорта вспомогательного назначения, предназначенные для доставки материалов, оборудования и людей по различным звеньям технологической схемы транспорта шахты, должны удовлетворять комплексно взаимосвязанным требованиям единой системы вспомогательного транспорта шахты, которая должна надежно и бесперебойно обеспечивать работу очистных и подготовительных забоев при высоких технико-экономических показателях ее эксплуатации.

Для доставки вспомогательных грузов используют локомотивный транспорт, канатные и монорельсовые установки, самоходные вагоны и автомобили, колесные тракторы и тягачи, грузолюдские конвейеры и другое транспортное оборудование.

Монорельсовые дороги с канатной и локомотивной тягой целесообразно применять по участковым безрельсовым и конвейеризированным выработкам с пучащей почвой, имеющих искривления в горизонтальной и вертикальной плоскостях. По сравнению с наземным рельсовым транспортом

монорельсовые дороги, обеспечивающие транспортирование грузов и людей, обладают такими преимуществами, как исключение строгой профилировки горных выработок и значительное упрощение узлов их пересечения, а также обеспечение механизации разгрузочных работ в пунктах доставки грузов грузоподъемными средствами.

Монорельсовые дороги с канатной тягой не могут работать без промежуточной перегрузки при разветвленной сети горных выработок. В этих условиях наиболее целесообразно использование монорельсовых дорог с локомотивной тягой [3].

По продолжительности работы на одном месте монорельсовые дороги, как и телескопические ленточные конвейеры относятся к полустационарным транспортным машинам, которым присуще сохранять постоянное место своей работы в относительно большие промежутки времени, например, несколько месяцев. С помощью монорельсовых дорог решаются известные проблемы на шахтном транспорте, такие как, своевременная доставка оборудования и материалов, частая аварийность и травматизм на концевых откатках [4].

Разработка технологических и технических решений по безопасной и эффективной эксплуатации вспомогательного транспорта на угольных шахтах является выжной задачей.

Учитывая, что в ближайшие планы развития ООО «Шахта «Усковская» планирует ввод в разработку нового угольного пласта 48, а следовательно, повышение длины разветвлённой сети горных выработок, в статье предлагается для организовать единый сквозной дизелевозный монорельсовый транспорт с поверхности до подготовительных и очистных забоев с помощью монорельсовой дороги ДП – 155. Необходимо будет полное освоение системы локомотивной оснастки с введением диспетчерской связи и дополнительных сигнальных устройств.

В состав подвесной монорельсовой дороги ДП 155 входят дизелевозы типа DLZ 110F [5] в количестве 7 штук. На период монтажа-демонтажа механизированного комплекса количество дизелевозов допускается увеличивать до 11 шт.

Для выработок с углами наклона свыше 27° предусматривается использование дизелевозов типа KPSZ-148 компании Becker с применением реечного подвесного пути типа BWTU-50/100.

Для снабжения материалами и оборудованием очистного забоя, оборудованного механизированными комплексами ZY10800/15/32 и подготовительных забоев, оборудованными комбайнами типа КП-21, южного крыла шахтного поля на устье осевого вентиляционного уклона предусматривается оборудовать погрузочную площадку, оснащенную стационарным или передвижным грузоподъемным механизмом, позволяющим формировать грузовые пакеты (контейнеры).

На выходе монорельсовой дороги на поверхность в устьях путевого уклона север, восточного вентиляционного уклона и грузового наклонного

ствола, осевого вентиляционного уклона оборудованы погрузочные площадки, оснащенные стационарными или передвижными грузоподъемными механизмами, позволяющими формировать грузовые пакеты (контейнеры). Подвесные локомотивы с дизельным двигателем предназначены для транспортировки людей и грузов по монорельсовым подвесным дорогам с несущими балками профиля I 155 и профиля I 200. Дизелевозное депо расположено на поверхности в районе устья восточного вентиляционного уклона.

Состав для перевозки людей состоит из дизельного локомотива DLZ110F, трех пассажирских кабин, контейнера для перевозки небольших грузов, и двух тормозных тележек. При необходимости используется пассажирская балка в количестве 2 шт и вместимостью по 16 человек на каждой балке.

Состав для перевозки грузов состоит из дизельного локомотива DLZ110F, гидравлического устройства для перевозки крепи и тормозного устройства.

Применяются грузовые балки Vario-280kN и Vario-80kN, с грузоподъемностью от 8 до 36 тонн и в количестве до 3 шт в составе.

Для доставки материалов используются:

- грузовой контейнер - объем 1,2 м<sup>3</sup>;
- контейнер под штучные материалы - объем 2,6 м<sup>3</sup>.

Все транспортные устройства соединяются между собой соединительными стержнями длиной 0,3-2,3м. Для светового обозначения поезда на последней вагонетке (в хвосте состава) установлен светильник с красным светом, а в голове состава светильник с белым светом.

Подвес пути к рамной металлической крепи предназначен для крепления монорельсового полотна к кровле выработки, закрепленной металлической рамной крепью конвейерного уклона (рисунок 1).

Для подвески монорельсового полотна в выработке закрепленной анкерной крепью применяются анкерные подвесы. Подвес состоит из двух сталеполимерных анкеров (L=2750; Ø22), опорного элемента, болта с гайкой и круглозвенной цепи 20×80 (15 звеньев) с хомутом.

Перед монтажом монорельсового полотна через каждые 2м производится бурение шпуров в кровлю выработки, согласно оси монорельсовой дороги, для установки анкерных подвесов (рисунок 2).

Переносные площадки посадки (схода) располагаются в подготовительных выработках и на выемочных штреках у очистного забоя. Они регулярно переносятся вслед за продвижением очистного и подготовительных забоев. Допускается оборудование стационарных и временных площадок посадки (схода) другой конструкции. Пересечение монорельсового пути с трубопроводами должно обеспечивать необходимые зазоры между перемещаемым грузом максимальной ширины (не менее 1200 мм) и трубопроводом, а также между днищем и перемещаемым грузом при прокладке трубопровода по почве выработки.

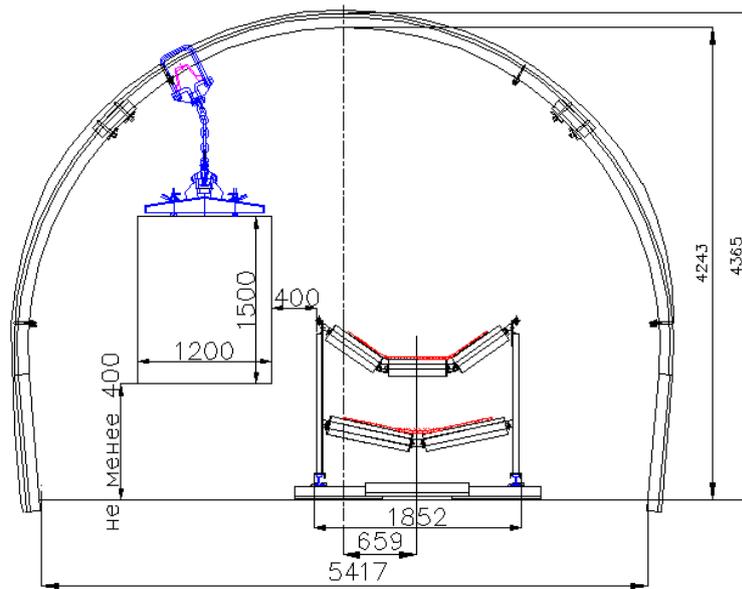


Рисунок 1 - Подвес монорельсового пути к рамной металлической крепи

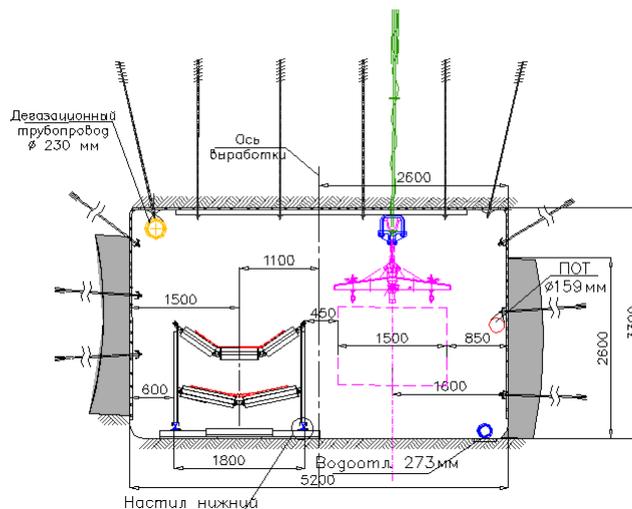


Рисунок 2- Анкерный подвес монорельсовой балки в конвейерном штреке

При прокладке трубопровода по кровле выработки должен обеспечиваться зазор между трубопроводом и верхней полкой монорельсового пути не менее 50 мм.

Для речевой связи и контроля местонахождения дизелевозного транспорта предлагается использовать мобильный радиотелефон для подземных условий, который благодаря своей гибкости имеет преимущества перед обычными проводными средствами связи [6].

С внедрением монорельсового транспорта с локомотивной тягой могут быть практически исключены случаи травматизма на вспомогательном транспорте, а также существенно уменьшится риск аварий, связанные с перегрузками, перецепками подвижного состава, маневрами на разминовках, об-

рывами канатов на концевых откатках, сходом транспортных сосудов с рельсового пути.

#### Библиографический список

1. Галкин В.И. Транспортные машины: учебник для вузов [Текст] / В.И. Галкин, Е.Е. Шешко. М.: Изд-во «Горная книга», Издательство МГТУ, 2010.- 558 с.

2. Рудничный транспорт и подъем [Электронный ресурс]: Учебное пособие для студентов горных специальностей / Под общей редакцией профессора Н.Д. Мухопода - Режим доступа: <http://rudocs.exdat.com/docs/index-55877.html>, (дата обращения 11.12.2018).

3. Булыгин П.М. Разработка технико-технологических решений по повышению эффективного использования вспомогательного транспорта в условиях ООО «Шахта «Алардинская»/ П.М. Булыгин, С.В. Риб, А.М. Никитина // Наука и молодёжь: проблемы, поиски, решения: тр. всерос. науч. конф. студентов, аспирантов и молодых учёных. – Новокузнецк, 2014. – С. 12–14.

4. Транспортные системы [Электронный ресурс] Режим доступа: <file://localhost/Монорельс/Рудничныйтранспорт/КомпанияЕХСТранспортнысистемыПродукция.mht>, (дата обращения 07.12.2018).

5. Компания «Ferrit» дизельный локомотив DLZ110F [Электронный ресурс] Режим доступа: [http://ferrit.kuzbass.ru/prod\\_dh.shtml](http://ferrit.kuzbass.ru/prod_dh.shtml), (дата обращения 10.12.2018).

6. Юрген Айкхофф. Развитие и перспективы транспортно-доставочной техники в каменноугольной промышленности Германии [Текст] // Юрген Айкхофф // Глюкауф. - 2008. - № 1(2). - С.18.

УДК 622.831

## **К ВОПРОСУ ОБ ОЦЕНКЕ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ СХЕМ ПРОВЕДЕНИЯ И СПОСОБОВ ОХРАНЫ ВЫЕМОЧНЫХ ВЫРАБОТОК**

**Черешнева Е.В.**

**Научный руководитель: д-р техн. наук, профессор Домрачев А.Н.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк, e-mail: Chereshneva2012@mail.ru*

В данной статье рассматриваются результаты использования алгоритма оценки влияния состояния выемочных выработок при имитационном моделировании работы длинного комплексно-механизированного очистного забоя при технико-экономическом обосновании изменения технологии и схем охраны выемочных выработок. Важной особенностью такой оценки является учет воздействия аварий в выемочных выработках очистного участка

на натуральные и стоимостные показатели очистных работ.

Ключевые слова: нагрузка на очистной забой, генераторы случайных чисел, простой очистного забоя, коэффициент машинного времени, обрушение горных выработок

Проблема определения размеров околоштрековых целиков кроме геомеханического имеет еще и технолого-экономический аспект, связанный с потерями угля (или их сокращением если удастся уменьшить размеры целиков). Однако уменьшение размеров целиков ведет к увеличению вероятности обрушения выработок [1,2], и, как следствие, росту продолжительности простоев очистного забоя, снижению нагрузки и увеличению себестоимости угля. Условие обоснования эффективности снижения потерь за счет уменьшения размеров целиков может быть сформулировано в виде неравенства (1).

$$(Ц - C)\Delta b_{ц} \geq l_{л} \left( K_{об} \eta_{ам} \left( \frac{1}{A_{кмз1}} - \frac{1}{A_{кмз2}} \right) + \Delta c_{пзв} \right) \quad (1)$$

где Ц - цена 1т угля, руб;  
С -себестоимость угля, руб/т;  
 $\Delta b_{ц}$  -изменение ширины целика, м  
 $\eta_{ам}$  -норма амортизации оборудования;  
 $l_{л}$  -длина лавы, м;  
 $K_{об}$  -капитальные затраты на оборудование, руб  
 $A_{кмз1}$  -добыча из КМЗ при меньшем размере целика, т/сут;  
 $A_{кмз2}$  -добыча из КМЗ при большем размере целика, т/сут;  
 $\Delta c_{пзв}$  -дополнительные удельные затраты на крепь усиления выработки.

Основной проблемой при использовании данного неравенства является оценка значений добычи  $A_{кмз.i}$  при различных размерах целиков и, как следствие, вероятностях обрушения выемочных выработок. Для решения проблемы предлагается использовать модель длинного комплексного механизированного забоя [3], в которой был реализован алгоритм, включающий расчет вероятности обрушения горной выработки с использованием методики, предложенной в [4], определение параметров моделирования числа обрушений выработок с использованием генератора случайных чисел распределенных по закону Пуассона [4,5], розыгрыш длительности восстановления горных выработок с использованием генератора случайных чисел распределенных по закону Гаусса [4] и определение длительности безаварийной работы очистного забоя.

На основании изложенных выше положений было выполнено имитационное моделирование изменения технико-экономических показателей работы очистного забоя в условиях шахты «Есаульская» по пласту мощностью 2,1 м с использованием комплекта отечественного очистного оборудования.

Оценка состояния проводилась для охраняемого целиком вентиляционного штрека; при этом охраняемый массивом конвейерный штрек рассматривался как безопасный с точки зрения аварийного обрушения.

Результаты моделирования натуральных показателей состояния выработок и очистных работ приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Натуральные показатели состояния выработок и очистных работ

Размер целика, м	Среднегодовое число обрушения выработок, год <sup>-1</sup>	Нагрузка на очистной забой, т/сут	Расчетный коэффициент машинного времени работы очистного комбайна
40-16*	0	2547	0,56
12	0,8	2463	0,57
10	1,47	2284	0,49

\*- при изменении размеров целика в этом диапазоне вероятности обрушения выработки и, следовательно, математические ожидания (среднегодовое число обрушений) рассчитанные согласно [1,2,4] практически не изменялись.

Для оценки экономической целесообразности уменьшения размера целиков был выполнен расчет для комплекта отечественного оборудования стоимостью 350 млн.руб при себестоимости угля 1200 – 1500 руб/т, годовой норме амортизации 25-33% и  $\Delta c_{пгв} \rightarrow 0$ . С учетом относительно небольших величин изменения  $A_{кмз.i}$  величину  $C$  можно принимать по данным экономической службы шахты за ближайший доступный период.

Установлено, что при уменьшении размера целика до 10 м при указанных выше экономических показателях положительный экономический эффект сохраняется при увеличении себестоимости до 1527,76 руб/т.

Таким образом можно констатировать, что исследования, направленные на разработку новых технологий крепления и схем охраны выемочных выработок, могут быть экономически обоснованы, а внедрение их результатов способно дать положительный экономический эффект.

#### Библиографический список

1. Ghasemi E., Ataei M., Shahriar K., Sereshki F., Esmail S.J., Ramanzadeh A. Assessment of roof fall risk during retreat mining in room and pillar coal mines, 2012, In International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences, 2012, vol. 54, pp. 2-9.

2. Mark C., Papas D.M., Chase F.E. Reducing the risk of ground falls during pillar recovery, 2003, Society Mining Metallurgy and exploration, vol. 314, pp. 153-160.

3. 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 Си-

бирского государственного индустриального университета №3 (17)/ Сиб. гос. индустр. ун-т; под общ. редакцией Е.В.Протопопова, М.В.Темлянцева. - Новокузнецк: Изд. центр СибГИУ, 2016. - С.8-10

4. Домрачев А.Н. Адаптация методики оценки риска обрушения выработок к условиям шахт юга Кузбасса/ А.Н.Домрачев, А.М.Никитина, С.В.Риб/ Известия Тульского государственного университета. НаукиоЗемле. Вып. 4. Тула: Изд-воТулГУ, 2016. - С.81 — 89.

5. William H. Press Numerical Recipes in C++/ William H. Press, Saul A. Teukolsky, William T. Vetterling, Brian P. Flannery// Cambridge University Press, 2002. – 976 p.

УДК 622.267

## **РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ ДЕГАЗАЦИИ ПРИ ВЕДЕНИИ ГОРНО-ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ РАБОТ**

**Зарипов Р.А.**

**Научные руководители: канд. техн. наук Волошин В.А., Риб С.В.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк*

В данной статье рассматривается проблема совершенствования дегазации в угольных шахтах путем интенсификации пластовой газоотдачи. Предлагается интенсифицировать процесс газоистощения призабойной части пласта с целью снижения метанообильности путем проведения с обязательным неснижаемым опережением гидроразрыва пласта через барьерные дегазационные скважины при ведении горно-подготовительных работ.

Ключевые слова: угольная шахта, горная выработка, дегазация, горно-подготовительные работы, скважина.

Современные техника и технология добычи угля позволяют обеспечить высокую нагрузку на лаву, однако с учетом возможностей вентиляции ожидаемые показатели достижимы только при газоносности угольных пластов не более 6—9 м<sup>3</sup>/т [1-3,5].

В условиях высокопроизводительных лав при большой скорости продвижения очистных забоев значительно сокращается возможность применения обычных схем предварительной дегазации из-за уменьшения интервала между окончанием подготовки выемочного столба и началом очистных работ, ведущего к сокращению времени активной работы дегазационных скважин.

Выделяют два направления развития способов интенсификации дегазации: переход метана из связанного в свободное состояние и увеличения

проницаемости пород. Главным преимуществом предлагаемых способов воздействия на газонасыщенный угольный массив считается простота и технологичность при минимальном влиянии на сам процесс выемки угля, безвредность применяемых агентов и экономическая обоснованность. В первую очередь мероприятия должны положительно влиять на интенсификацию притоков, что позволяет повысить нагрузки на очистной забой.

Эффективность предварительной дегазации определяется газопроницаемостью угольных пластов, сеткой заложения скважин и продолжительностью их эксплуатации. Потенциально при данном способе возможно извлечение газа с высоким содержанием метана, однако часто из-за плохой герметизации скважин и дегазационного става концентрация метана изменяется в широких пределах.

Для повышения производительности горно-подготовительных работ и обеспечения безопасности условий труда в шахтах необходимы не только надежные способы дегазации угольных пластов, но и наличие или создание специального оборудования. Сочетание способов и схем дегазации совместно со специальным оборудованием определяет суть технологии повышения коллекторских свойств угля за счет раскрытия пор и увеличения количества пространственно ориентированных трещин. Пересечение выработкой участков угольного пласта со значительным изменением его свойств, в первую очередь прочностных, является одним из главных признаков повышения газовой опасности.

В настоящее время достаточно часто поднимается вопрос необходимости разработки новых методов повышения продуктивности дегазационных скважин, в том числе и путем применения способов гидроразрыва пластов.

Расчеты показывают [4], что метановыделение из одной дегазационной скважины с проведением в ней 60 ориентированных гидроразрывов соответствует метановыделению 36 обычных дегазационных скважин.

В этой связи актуальным является совершенствование существующих способов и средств дегазации при ведении горно-подготовительных работ на ООО «Шахта «Юбилейная».

ООО «Шахта «Юбилейная» является опасной по внезапным выбросам по газу метану. Природная газоносность разрабатываемого пласта меняется от зоны метановыветривания до  $27,5 \text{ м}^3/\text{т}$  с.б.м.

При проведении подготовительных выработок по пласту 16 в качестве мер по снижению газовой опасности на шахтах применяется бурение барьерных дегазационных скважин. К основному недостатку применения барьерных скважин можно отнести их малую эффективность вследствие низкой продуктивности дегазационных скважин в целом.

В целях повышения коэффициента дегазации предлагается проводить гидроразрыв угольного массива с целью повышения его газопроницаемости.

Технологией дегазации с помощью гидроразрыва предусматривается проведение серии скважин, в которых с помощью специального бурового

устройства прорезаются инициирующие щели. Поскольку массив горных пород находится в напряжённом состоянии, то в окрестности щелей происходит концентрация напряжений, способствующая направленному разрушению пласта. После подачи воды под давлением в каждую скважину, в угольном пласте происходит его гидроразрыв и образуются строго ориентированные трещины. Гидроразрыв формирует дренажные каналы значительной протяжённости в окрестности скважин, повышая коллекторские свойства угля.

Интенсифицировать процесс газоистощения призабойной части пласта с целью снижения метанообильности предлагается путем проведения с обязательным неснижаемым опережением гидроразрыва пласта через барьерные дегазационные скважины (рисунок 1). В представленной схеме проведения гидроразрыва количество скважин может быть увеличено, в том числе за счет скважин пробуренных из забоя выработки.

Общий процесс проведения мероприятия по выполнению гидроразрыва пласта через барьерные скважины следующий (рисунок 1):

1. Бурение контрольной скважины.
2. Бурение барьерных скважин, доставка пакера к забою скважины.
3. Проведение гидроразрыва угольного пласта.

Гидроразрыв считается успешно выполненным, если в результате выполнения гидроразрыва из контрольной скважины началось истечение жидкости.

4. Повторение операции 3 по длине барьерных скважин.
5. Подключение скважин к дегазационному ставу.

Ожидаемый положительный эффект от внедрения технологии гидроразрыва при проведении подготовительных выработок: снижение опасности газодинамических явлений; повышение темпов подвигания забоя выработки на высокогазоносных пластах.

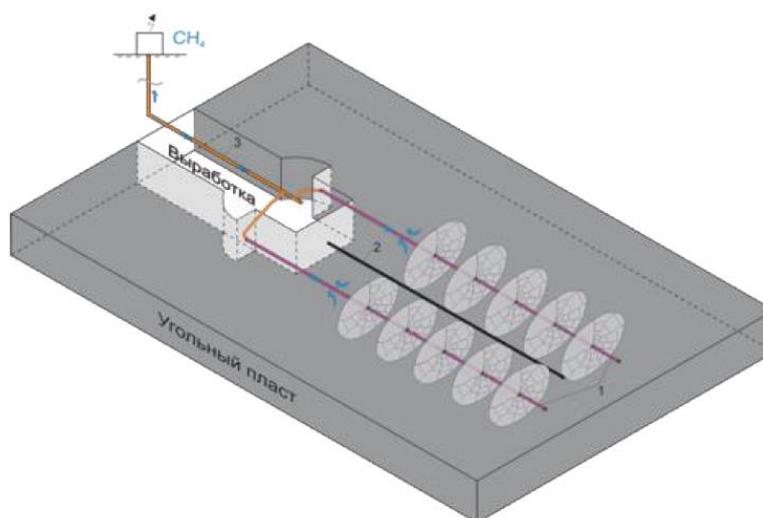


Рисунок 1 – Технологическая схема применения гидроразрыва при проведении подготовительных выработок по пласту 16: 1 – барьерная скважина; 2 – контрольная скважина; 3 – дегазационный трубопровод

Для дегазации угольных пластов предлагается полный комплект оборудования, который создан и испытан на шахтах институтами угля и горного дела СО РАН совместно с ОАО «Спецгидравлика» [6]. Он включает буровой станок, щелеобразователь, пакеры и установку для нагнетания воды в угольный пласт. Буровой станок СБР - 400 - принципиально новая машина и представляет собой комплекс оборудования, в который входят: станок, распорные стойки, траверса, маслостанция, механизм для развинчивания бурильных труб, сальник, тягалка, буровой инструмент, приспособления, комплекты запасных частей (рисунок 2). Конструктивно станок состоит из отдельно законченных механизмов, собранных в общей сборке и образующих единую кинематическую цепь. Такая компоновка станка создает максимальное удобство для его ремонта и обслуживания.

Основными узлами станка являются: редуктор, подвижные зажимные патроны, домкраты подачи, пульт управления с системой маслопроводов, скалка переключения, салазки и маслопроводы. Объединяющим звеном является редуктор.



Рисунок 2 - Внешний вид и кинематическая схема бурового станка СБР—400 [6]

Станок обеспечивает вращательное, вращательно-ударное и ударно-вращательное бурение для проведения в подземных условиях дегазационных и технических скважин диаметром 60—150 мм и глубиной до 400 м по углю и породам прочностью до 140 МПа. Бурение скважин в массиве прочностью до 80 МПа целесообразно осуществлять вращательным способом буровыми коронками или шарошками. При проведении скважин по более прочным породам эффективно применять ударно-вращательный метод бурения погружным пневмоударником типа П-80С конструкции Серовского механического завода.

Для нарезки инициирующих щелей, обеспечивающих направленность

их развития при гидроразрыве угольного пласта, предлагаются щелеобразователи (рисунок 3). Двухсторонний щелеобразователь (ЩМ—45М) предназначен для образования щели в скважинах.



Рисунок 3 - Общий вид двухстороннего щелеобразователей:  
1 — резец, 2 — корпус

На рисунке 4 представлена схема установки оборудования для образования направленного гидроразрыва угольного пласта.

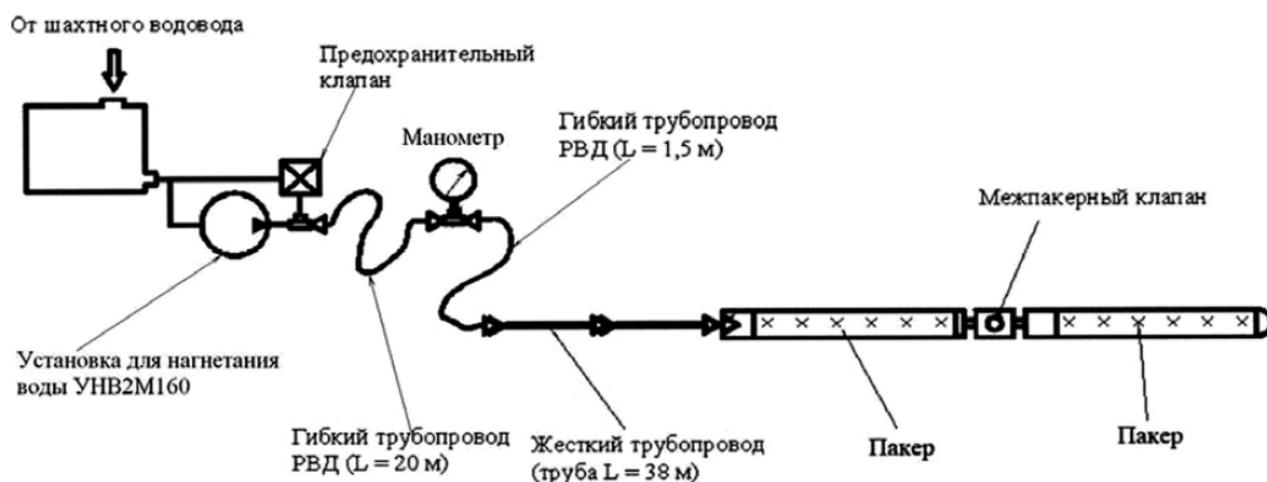


Рисунок 4 - Технологическая схема размещения оборудования при гидроразрыве угольного пласта

Перемещая пакер вдоль скважины, можно производить гидроразрывы водой или водными растворами в заданных участках угольного пласта.

Для осуществления гидроразрыва угольного пласта вода под давлением поступает в скважину с помощью установки УНВ2М160, созданной ИГД СО РАН и ОАО «Спецгидравлика».

Таким образом, проведение дегазации с использованием гидроразрыва угольного пласта 16 при ведении горно-подготовительных работ (конвейерный и вентиляционный штреки 16-22) позволит снизить метанообильность в процессе проведения подготовительных выработок.

## Библиографический список

1. Повышение эффективности дегазации угольных пластов / Р.Д. Магомет, А.А. Мешков // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). - 2015.- №7. - С. 209-214.
2. Подготовка и разработка высокогазоносных угольных пластов: Справочное пособие [Текст] / А.Д. Рубан; под общ.ред. А.Д. Рубана. – М.: Горная книга, 2010. – 500 с.
3. Проблема совершенствования технологии пластовой дегазации в условиях интенсивной разработки / Е.П. Ютяев // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). - 2015.- №7. - С. 253-262.
4. Особенности повышения газопроницаемости угольных пластов / Р.И. Родин, М.С. Плаксин // Вестник научного центра по безопасности работ в угольной промышленности. - 2016.- №1. - С. 42-48.
5. Найданова А.В. Повышение эффективности дегазации путем увеличения газоотдачи угольного пласта / А.В. Найданова, А.М. Никитина, С.В. Риб, – Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения : труды Всероссийской научной конференции 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.
6. Создание оборудования для дегазации угольных пластов на принципе гидроразрыва горных пород / В. И. Клишин, М. В. Курленя // Уголь.- 2011.- №10.- С.34- 38.

УДК 622.6

## **РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПО ПРИМЕНЕНИЮ МОНОРЕЛЬСОВЫХ ДОРОГ НА УГОЛЬНЫХ ШАХТАХ**

**Казаринов К.П.**

**Научный руководитель: Риб С.В.**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

В данной статье рассмотрен вопрос повышения эффективности использования вспомогательного транспорта на угольных шахтах. Предложена замена одноконцевой откатки на монорельсовый транспорт. Рассмотрены решения по использованию монорельсовых дорог с локомотивной тягой для условий ОАО «Шахта «Полосухинская».

Ключевые слова: вспомогательный транспорт, монорельсовые дороги, шахта, горные выработки, эффективность.

Вспомогательный транспорт является незаменимым звеном в производственном процессе. Модернизация существующих видов вспомогательного транспорта значительно влияет на безопасность и эффективность работы предприятия.

При выборе вида вспомогательного транспорта как отдельного звена необходимо учитывать много факторов: требуемый объем и номенклатуру перевозимых грузов; массу и размеры наиболее тяжелых грузовых единиц и производительность доставки; вид вспомогательного транспорта в смежных звеньях, чтобы избежать или свести к минимуму перегрузки с одного вида транспорта на другой (при наличии перегрузочных операций, последние должны быть полностью механизированы); необходимость спуска груза в шахту средствами рельсового транспорта независимо от вида вспомогательного транспорта, принятого по шахте (рельсовый, монорельсовый и т.д.), за исключением случаев выхода на поверхность самоходных вагонов или монорельсовых дорог с дизельным локомотивом; независимость работы погрузочного пункта на приемно-отправительной станции при поточной технологии работы локомотивного транспорта от погрузочных, разгрузочных, перегрузочных и маневровых работ на сопрягаемых звеньях вспомогательного транспорта, а также минимальную продолжительность и удобство выполнения этих операций.

Таким образом, средства транспорта вспомогательного назначения, предназначенные для доставки материалов, оборудования и людей по различным звеньям технологической схемы транспорта шахты, должны удовлетворять комплексно взаимосвязанным требованиям единой системы вспомогательного транспорта шахты, которая должна надежно и бесперебойно обеспечивать работу очистных и подготовительных забоев при высоких технико-экономических показателях ее эксплуатации [1-5].

На ОАО «Шахта «Полосухинская» разрабатываются три пласта (пласт 26а, 29а и 30) и для доставки в подготовительные и очистные забои на данных пластах используются следующие средства вспомогательного транспорта. Для напочвенных речных дизелевозов в монтажном бремсберге 30-31 и монтажном бремсберге 29-31 проложены пути типа KSZ-900 и SMT 140-900Z соответственно. В действующих выработках пластов 26а, 29а и 30 проложен подвесной монорельсовый путь из двутавра I 155 и I 200. По монтажному бремсбергу 26-31 проложен подвесной монорельсовый зубчатый путь типа BWT-140E. Углы наклона в выработках, оборудованных напочвенной дорогой составляют от 14° до 25°. Углы наклона по выработкам, оборудованным подвесной монорельсовой дорогой изменяются от 0° до 25°

Анализ существующей схемы вспомогательного транспорта ОАО «Шахта «Полосухинская» позволил сделать вывод о необходимости ее совершенствования.

Доставку оборудования, материалов, секций механизированной крепи

предлагается осуществлять за счёт создания единой дизелевозной откатки по горным выработкам на пластах 30, 29а и 26а участка «Антоновский-3» ОАО «Шахта «Полосухинская» с использованием подвесной и напочвенной монорельсовых дорог по магистральным и участковым выработкам для доставки людей, материалов и оборудования, что позволит обеспечить:

- использование существующих на шахте пунктов обслуживания дизелевозов;
- использование существующих на шахте типов подвесных монорельсовых дизелевозов (DZ 2000 3+3, DZ 2200 3+3, KPSZ-148);
- применение по проектируемым маршрутам подвесной монорельсовой дороги существующего на шахте типа ПМП-155 и ПМП-200;
- использование существующих на шахте подвесных гидравлических балок и контейнеров для перевозки грузов;
- использование для выработок с углами наклона свыше  $27^\circ$  дизелевозов типа KPSZ-148 с применением реечного подвесного пути (рисунок 1) типа BWU-50/100;



Рисунок 1 - Максимальный преодолеваемый подъём зубчатой дороги

В связи с большой протяженностью маршрутов и рассредоточенностью необходимых мест для доставки материалов и людей по выработкам пластов 26а, 29а, 30 для использования в системе вспомогательного транспорта принимается десять монорельсовых дизелевозов.

В целях безопасности эксплуатацию подвесных монорельсовых дорог предлагается осуществлять с использованием системы автоматизации и диспетчеризации транспортных процессов Becker Mining.

Система мониторинга персонала и транспортных средств BECKER MINING обеспечивает :

- автоматическое непрерывное определение и контроль местонахождения персонала в подземной части шахты;
- регистрацию этого местонахождения в базе данных;
- регистрацию подземного транспорта через контрольные точки (рисунок 2);

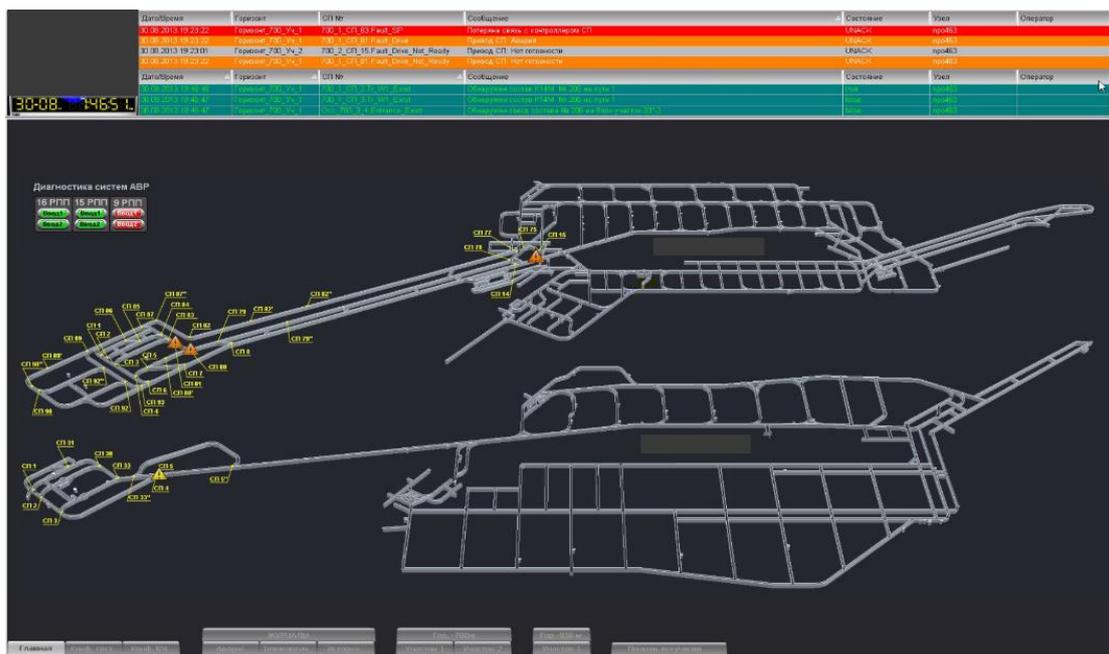


Рисунок 2 - Отображение информации [6]

- предупреждение водителя транспорта о появлении персонала в его рабочей зоне.

Применение современного транспортного оборудования позволит не только резко сократить объемы ручного труда на доставочных операциях, уменьшить риск и аварийность, связанные с перегрузками, перецепками подвижного состава, маневрами на разминовках, обрывами каната, сходом рельсового транспорта, но и разрешить давнюю проблему доставки шахтеров непосредственно к месту ведения работ и обратно. Перевозка людей по горным выработкам в кабинах монорельсовой дороги по четкому графику исключает необходимость передвижения рабочих пешком и езду на транспортных средствах, не предназначенных для перевозки людей. Использование дизелевозов на монтажно-демонтажных работах (с подвеской монорельса непосредственно в демонтажной и монтажной камерах) позволит резко снизить продолжительность и трудоемкость работ. С внедрением дизелевозного монорельсового транспорта могут быть практически исключены случаи травматизма на вспомогательном транспорте.

### Библиографический список

1. Рудничный транспорт и механизация вспомогательных работ. Каталог-справочник [Текст] / Ю.А. Кондрашин, [и др.] / Под редакцией В.М. Щадова. М.: Изд-во «Горная книга», Изд-во МГТУ, 2010. 534 с.
2. Грюнинг С. Техника для очистных и подготовительных забоев и другое горно-шахтное оборудование / С. Грюнинг, В.В. Соболев [Текст] / Глюкауф.-2003.-№1.-С.14.
3. Григорьев, В. Н. Транспортные машины для подземных разработок [Текст]: учебник для вузов / В. Н. Григорьев, В. А. Дьяков, Ю. С. Пухов. –

М.: Недра, 1984. – 383 с.

4. Разработка технико-технологических решений по внедрению новых технических средств и совершенствованию вспомогательного транспорта в условиях шахты «Осинниковская»/ Т.Ю. Шадэ, С.В. Риб, А.М. Никитина // Наука и молодёжь: проблемы, поиски, решения: тр. всерос. науч. конф. студентов, аспирантов и молодых учёных. – Новокузнецк, 2015. – С. 37–40.

5. Булыгин П.М. Разработка технико-технологических решений по повышению эффективного использования вспомогательного транспорта в условиях ООО «Шахта «Алардинская»/ П.М. Булыгин, С.В. Риб, А.М. Никитина // Наука и молодёжь: проблемы, поиски, решения: тр. всерос. науч. конф. студентов, аспирантов и молодых учёных. – Новокузнецк, 2014. – С. 12–14.

6. Что такое беспроводная локальная сеть (WLAN). [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://kunegin.narod.ru/ref7/wifi/wlan.htm>, (дата обращения 10.12.2018).

УДК 622.6

## **РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПО ПОВЫШЕНИЮ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОСНОВНОГО ТРАНСПОРТА НА УГОЛЬНЫХ ШАХТАХ**

**Коновалов Р.Г.**

**Научный руководитель: Риб С.В.**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

В данной статье рассмотрен вопрос повышения эффективности и безопасности использования средств основного транспорта на угольных шахтах. Рассмотрена система для оперативного контроля и управления конвейерными линиями для условий ОАО «Шахта «Полосухинская».

Ключевые слова: основной транспорт, ленточный конвейер, шахта, горные выработки.

Проведённый анализ использования в качестве основного транспорта ленточных конвейеров на угольных шахтах показал [1,2,4-6], что в последнее время, при подземной добыче угля наметилась тенденция сокращения числа добычных участков, за счёт применения надёжных и высокопроизводительных добычных и транспортных комплексов. Все транспортные системы шахт обычно разделяют на две группы: простые и комбинированные транспортные системы. Простые транспортные системы – состоят из одного вида транспортных машин предназначенных для транспортирования полез-

ного ископаемого: конвейерный, гидротранспорт, локомотивный. Такие системы наиболее эффективны и высокопроизводительны, более просты в эксплуатации и управлении. Комбинированные транспортные системы являются наиболее сложными с точки зрения эксплуатации и требуют специальных систем управления и автоматизации. При использовании ленточных конвейеров на угольных шахтах часто происходят порывы лент из-за высоких динамических нагрузок, возникающих при пуске груженых конвейеров и их торможении. Как правило, подобные аварии приводят к большим финансовым потерям, а иногда и к травмированию работников. Особо следует отметить возгорания и крупномасштабные пожары ленточных конвейеров, приводящие к катастрофическим последствиям. Необходимо внедрение нового поколения пускового электрооборудования для конвейеров, которое не только позволяет существенно повысить экономическую эффективность работы подземного транспорта, но и сделать её более безопасной для горнорабочих.

В настоящее время при работе высокопроизводительного очистного оборудования на угольных шахтах Кузбасса, процесс транспортирования горной массы, зачастую, накладывает существенные ограничения в достижении максимальной производительности очистного забоя. Оптимизация нагрузки на очистной забой возможна на основе знания причин простоев основного шахтного транспорта, то есть, выявления «узких мест» в его работе. Одной из основных задач работы являлось определение коэффициента машинного времени в действующих высокопроизводительных очистных забоях на основании анализа планов работ очистных забоев шахт «им. 7 Ноября» и «Красноярская» и объяснение причин простоев по вине транспорта [3].

Стремление наверстать потерю добычи и выполнить суточный план за счет увеличения скорости подачи очистного комбайна (максимальная скорость подачи очистного комбайна Eickhoff SL-500 составляет 28 м/мин), при непринятии своевременных мер по устранению неисправности в работе конвейерного транспорта приводит к последующим длительным простоям в очистных забоях [3].

Анализ работы конвейерного транспорта на шахтах «им. 7 Ноября» и «Красноярская» позволяет сделать вывод, что для обеспечения эффективности работы очистных забоев необходимо соблюдать следующие условия:

- на стадии проектирования — приемные способности конвейеров в линии должны превышать максимальный минутный грузопоток из очистного забоя;

- на стадии эксплуатации — обеспечивать синхронную остановку комбайна в случае отключения одного из конвейеров в линии, устранение причины остановки с проведением технического обслуживания в необходимом объеме.

Разработка технологических решений по повышению эффективности использования основного транспорта в условиях ОАО «Шахта «Полосухинская» является важной задачей.

Горно-геологические условия разрабатываемых пластов на ОАО «Шахта «Полосухинская» (углы залегания не выше  $15^{\circ}$ , достаточно спокойная гипсометрия пластов), принятая схема вскрытия и подготовки шахтного поля предопределили выбор основного и вспомогательного видов подземного транспорта. В настоящее время на ОАО «Шахта «Полосухинская» осуществлена полная конвейеризация транспортирования угля из очистных и подготовительных забоев до угольного склада, расположенного на основной промплощадке шахты. По конвейерным штрекам уголь транспортируется конвейерами 2ПТ-120 [7].

Для повышения эффективности и безопасности применения основного транспорта (ленточных конвейеров) на шахте предлагается использовать автоматизированную систему управления конвейерными линиями на базе искробезопасных систем автоматизации технологических процессов типа ELSAP, входящую в автоматизированную систему оперативно-диспетчерского управления (АСОДУ) МИКОН III (ООО «ИНГОРТЕХ», Екатеринбург).

Автоматизированная система управления конвейерными линиями ELSAP-05 [8] предназначена для использования в шахтах, в том числе опасных по газу (метану), пыли и внезапным выбросам с целью управления и контроля работы стационарных и полустационарных разветвленных и неразветвленных конвейерных линий, состоящих из ленточных и скребковых конвейеров.

Область применения системы - наземные помещения и подземные выработки.

Автоматизированная система управления конвейерами линиями предназначена для:

- повышения безопасности и надежности работы конвейерного транспорта предприятия;
- повышения организационно-технического уровня ведения работ;
- повышения качества и оперативности управленческих решений;
- прогнозирования и предотвращение аварийных ситуаций;
- уменьшения количества аварий и снижения простоев оборудования;
- увеличения объемов добычи угля.

Система предназначена для оперативного контроля и управления конвейерными линиями, в трех режимах:

- ручном, при этом управление технологическим оборудованием осуществляется с местного шкафа КИПиА с помощью кнопок, переключателей и т.д.;
- дистанционном, при этом осуществляется ручное управление с компьютера диспетчера с помощью видеоклавиш, видеопереключателей, задатчиков;
- автоматическом, при этом управление производится по заданному в программе алгоритму контроллера, без вмешательства диспетчера.

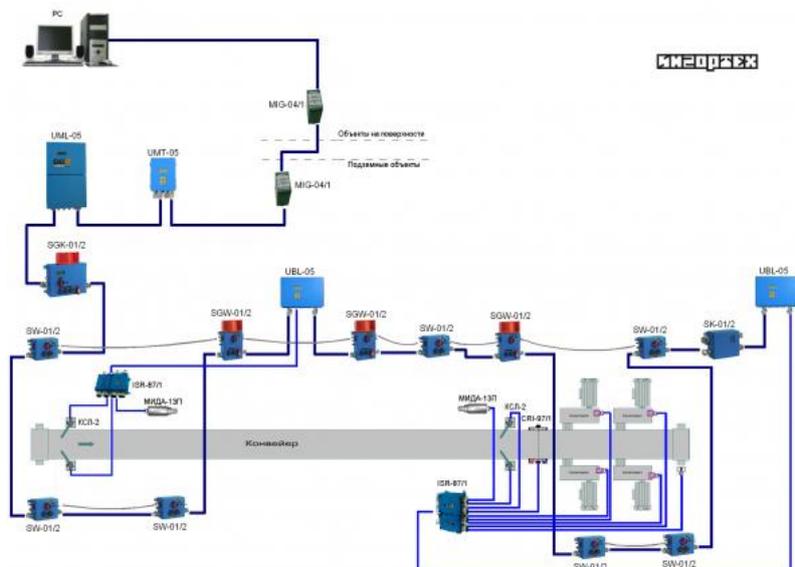


Рисунок 1 - Структурная схема системы ELSAP-05P (на примере ленточного конвейера по пласту 29а, конвейерный штрек) [8]

### *Достоинства предлагаемых решений.*

1. Обозначена необходимость синхронной остановки комбайна в случае отключения одного из конвейеров в линии и устранения причины остановки с проведением технического обслуживания в необходимом объеме.

2. Подтверждено, что осуществление контроля температуры по длине става и учет этой информации (наряду с информацией от существующих датчиков) аппаратурой автоматического управления конвейерной линией исключит возникновение пожара.

3. Предлагается для повышения эффективности и безопасности применения основного транспорта (ленточных конвейеров) на шахте использовать автоматизированную систему управления конвейерными линиями на базе искробезопасных систем автоматизации технологических процессов типа ELSAP, входящую в автоматизированную систему оперативно-диспетчерского управления (АСОДУ) МИКОН III (ООО «ИНГОРТЕХ», Екатеринбург).

4. Рекомендуется для повышения безопасности и надежности работы конвейерного транспорта предприятия и прогнозирования аварийных ситуаций на шахте использовать автоматизированная система управления конвейерными линиями ELSAP-05.

### Библиографический список

1. Проблемы совершенствования транспортных систем в горной промышленности России / В.И. Галкин, Е.Е. Шешко // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). - 2011. - №1. - С. 485-507.

2. Транспортные машины: учебник для вузов / В.И. Галкин, Е.Е. Шешко. М.: Изд-во «Горная книга», Издательство МГТУ. - 2010. - 558 с.

3. Анализ работы конвейерного транспорта на примере шахт «Им. 7 Ноября» и «Красноярская» / В.М. Юрченко, С.С. Цибяев, А.М. Мирошниченко // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал) ). - 2012. - №7. - С. 249-256.

4. Автоматизированная система регулирования скорости ленточных конвейеров, как средство повышения безопасности их эксплуатации / А.И. Герусов, С.В. Бычков // Вестник научного центра по безопасности работ в угольной промышленности. - 2017. - №2. - С. 91-95.

5. Современные задачи автоматизации ленточного конвейерного транспорта / В.В. Дмитриева // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал) ). - 2013. - №1. - С. 281-286.

6. Булыгин П.М. Разработка технико-технологических решений по повышению эффективного использования вспомогательного транспорта в условиях ООО «Шахта «Алардинская»/ П.М. Булыгин, С.В. Риб, А.М. Никитина // Наука и молодёжь: проблемы, поиски, решения: тр. всерос. науч. конф. студентов, аспирантов и молодых учёных. – Новокузнецк, 2014. – С. 12–14.

7. Техническая документация ОАО «Шахта «Полосухинская».

8. Автоматизированная система управления конвейерными линиями на базе искробезопасных систем автоматизации технологических процессов типа ELSAP [Электронный ресурс] - <http://www.ingortech.ru/produktsiya/statsionarnye-sistemy/avtomatizatsiya-shakht-i-rudnikov/konvejernyj-transport> (дата обращения 10.12.2018).

УДК 622:681.3.07

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ОБУЧАЮЩЕ-ТЕСТИРУЮЩИХ ПРОГРАММ ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ 21.05.04 «ГОРНОЕ ДЕЛО» СПЕЦИАЛИЗАЦИИ «ПОДЗЕМНАЯ РАЗРАБОТКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ»**

**Секингер Н.Ю.**

**Научный руководитель: Риб С.В.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк, e-mail: gd-142\_sekinger\_nyu@do.sibsiu.ru*

Развитие электронного компонента образования требует разработки и внедрения обучающе-тестирующих программ по специальным дисциплинам специальности 21.05.04 «Горное дело». Накопленный на кафедре геотехнологии опыт разработки и внедрения программ для компьютерного обучения по технологии подземной разработки пластовых месторождений позволяет выполнить анализ сложившихся тенденций и выявить направления дальнейшего развития и совершенствования современных технологий обучения

при подготовке горных инженеров.

Ключевые слова: компьютерное тестирование, подземная отработка, комбинированная технология, компьютерная лабораторная работа.

В настоящее время на кафедре геотехнологии под руководством проф., д.т.н Домрачева А.Н. разработано и внедрено две системы для обучения и тестирования обучающихся – комплекс подготовки и проведения государственного экзамена и системы для проведения экзаменов по отдельным специальностям – комбинированная разработка пластовых месторождений и технология отработки пологих пластов [1,2], которые условно можно отнести к программам первого поколения. Кроме того, на этапе тестирования находится обучающе-тестирующий комплекс второго поколения – среда поддержки принятия решений для выполнения компьютерных лабораторных работ по технологии подземной отработки пологих пластов [3,4]. В ходе подготовки данной статьи был выполнен сравнительный анализ всех выше-названных программ и получены результаты, которые могут представлять интерес для дальнейшего развития и совершенствования компьютерного обучения по специальности 21.05.04 «Горное дело». Результаты выполненного анализа приведены в таблице 1. Комплексы первого поколения имеют классический интерфейс для выбора номера вопроса, далее в новой вкладке открывается форма содержащая вопрос, а после ответа – форма с пояснениями и кратким изложением необходимого теоретического материала. Такой подход не способствует восприятию курса как единого целого, а реализация передачи данных между окнами «завязана» исключительно на возможности браузеров семейства Opera, что создает определенные сложности при самостоятельной работе с программой. Комплекс второго поколения обеспечивает поддержку и оценку принятия технологических решений по отработке пологого пласта на основе заданных горно-геологических условий, причем последовательность выбора параметров – от вынимаемой мощности пласта и до схемы проветривания и дегазации очистного участка – соответствует структуре курсов «Комбинированная разработка МПИ» и «Технология отработки пологих пластов».

Программа реализована на основе фреймов и поддерживается большинством используемых в настоящее время браузеров. Знакомство обучающихся с методологией аналитических расчетов параметров технологии очистных работ в комплексах первого поколения реализовано в виде отдельных задач, которые выбираются случайным образом и не имеют связи с выбираемыми (случайным образом) теоретическими вопросами. В программе второго поколения технологические расчеты выполняются в фоновом режиме и их результаты могут быть использованы для выбора качественных характеристик технологии – схем проведения выработок, вариантов систем разработки, вентиляции, дегазации, и др.

Таблица 1 – Сравнительный анализ обучающе-тестирующих систем, используемых на кафедре геотехнологии

Требования	Тесты для государственного экзамена	Тесты по технологии отработки пологих пластов	Среда поддержки принятия решений
Привязка к конкретной среде (браузеру)	Opera с поддержкой JavaScript		нет
Визуализация исходных данных к выполнению задания	+	+	–
Выполнение необходимых расчетов «вручную»	–	–	+
Возможное число попыток ответа	1	1	1-3
Визуализация промежуточных стадий выполнения задания	–	–	+
Использование при оценке фактически достигнутых показателей горных предприятий	–	–	+
Число вариантов ответа	До 36	До 36	Не ограничено
Наличие междисциплинарного подхода (в рамках специальности 21.05.04)	+	+/-	+
Связь с теоретическим материалом	+/-	+/-	+
Возможность использования в курсовом и дипломном проектировании	–	–	+
+ - обеспечивает комфортное использование; +/- -приемлемо; - -создает затруднения при использовании.			

Существенным недостатком комплексов первого поколения является отсутствие возможности отложить ответ на вопрос или отказаться от ответа путем замены вопроса (возможно на два или более «штрафных» варианта). В комплексе второго поколения такая возможность реализована частично, так как допускается несколько попыток ответа, однако алгоритм снижения оценки за повторный ответ и предшествующие ошибки скрыт от обучающегося. Опытным путем установлено, что реализация более трех попыток ответа заведомо приводит к неудовлетворительной оценке.

Важным преимуществом комплекса второго поколения является возможность его использования для выполнения расчетов и поддержки приня-

тия решений при выполнении курсовых проектов и выпускной квалификационной работы, однако для этого необходимо согласование на уровне руководителей курсового и дипломного проектирования.

На основе проведенного анализа можно сделать вывод, что предлагаемый обучающе-тестирующий комплекс второго поколения – среда поддержки принятия решений для выполнения компьютерных лабораторных работ по технологии подземной отработки пологих пластов – позволит повысить эффективность обучения по специальности 21.05.04 «Горное дело» специализации «Подземная разработка месторождений полезных ископаемых».

#### Библиографический список.

1. А.Н. Домрачев. Первый этап внедрения сетевого учебно-методического и информационного комплекса по курсу «Технология и механизация открыто-подземной разработки МПИ» [Текст] / Домрачев А.Н. Научно-технологические разработки и использования минеральных ресурсов: сб. науч. статей междунар. научно-практ. конф. / Сиб. гос. индустр. ун-т ; ЗАО «Кузбасская ярмарка».; под ред. В.Н. Фрянова. – Новокузнецк : СибГИУ, 2007. - С. 123-126.

2. А.Н. Домрачев Алгоритм и структура контента обучающе-тестирующей программы для базовых дисциплин специальности 130400 «Горное дело» [Текст] / Домрачев А.Н. Научно-технологические разработки и использования минеральных ресурсов : сб. науч. статей / Сиб. гос. индустр. ун-т ; под общ. ред. В.Н. Фрянова. – Новокузнецк, 2015. - С.184-187.

3. Говорухин Ю.М. Разработка и внедрение в учебный процесс системы поддержки принятия решений при разработке технологической схемы очистного участка [Текст] / Ю.М. Говорухин, А.Н. Домрачев - Известия Тульского государственного университета. – Тула: Издательство ТулГУ, 2018. - выпуск 1 - С.159-165.

4. Домрачев А.Н. Разработка междисциплинарных компьютерных лабораторных работ как основа массового внедрения обучающе-тестирующих систем по направлению подготовки 21.05.04 «Горное дело» [Текст] / А.Н. Домрачев, С.В. Риб // Вестник Сибирского государственного индустриального университета / Сиб. гос. индустр. ун-т; под общ. редакцией Е.В. Протопопова, М.В. Темлянцева. - Новокузнецк: Изд. центр СибГИУ, 2018. - №3(25)- С.18-21.

## **ПРОБЛЕМЫ ВНЕДРЕНИЯ РАЦИОНАЛЬНОЙ БЕЗОТХОДНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ОТКРЫТОЙ РАЗРАБОТКИ ШЕРЕГЕШЕВСКОГО ТЕХНОГЕННОГО ЖЕЛЕЗОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ**

**Бородкина Д.А., Попроцкий Ю.Н.**

**Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Смирнов С.М.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк dan-pol1906@yandex.ru*

Приведены проблемы разработки и переработки Шерегешевского техногенного железорудного месторождения. Определены возможности внедрения рациональной безотходной технологии открытой разработки.

Ключевые слова: техногенное месторождение, отвал, лежалые отходы переработки, минеральное сырье, отходы обогащения, модульная установка, концентрат, промпродукт.

Известно [1], что в границах горных отвалов горнодобывающих предприятий юга Западной Сибири на площади более 500 гектаров сконцентрировано 200 млн. т отходов обогащения руд прошлых лет с содержанием Fe от 8 до 30%, что по объему соизмеримо с крупным месторождением полезного ископаемого. Отвалы лежалых отходов рудников и обогатительных фабрик региона являются техногенными образованиями, а при выполнении некоторых условий [2,3] - техногенными месторождениями, содержащими полезные металлы (Fe, Zn, Co, Cu, As, Au) и, в первую очередь, железо.

Изучение техногенных месторождений методологически должно включать несколько этапов работ:

1. Изучение материалов по формированию отвалов. Включают графические и аналитические материалы о последовательности их формирования, в привязке с качественно – количественными показателями добываемого сырья и продуктов переработки;

2. Оценочные работы. Они состоят из опробования материала откосов и поверхности отвалов, а также керна скважин колонкового бурения;

3. Аналитические и минералогические исследования с целью изучения вещественного состава и физических свойств сырья техногенного месторождения.

4. Разработка технических решений по отработке техногенных месторождений и переработке добываемого минерального сырья

Ранее проведенные исследования показали [1,4], что получение товарного продукта в виде первичного железорудного концентрата и фракционированного строительного щебня наиболее эффективно начинать с освоения техногенных образований, полученных в результате разработки Шерегешев-

ского месторождения. В отвалах этого месторождения сосредоточено 23,2 млн. тонн отходов со средним содержанием массовой доли железа 15,5%, т.е. 4 млн. тонн металла.

Необходимость переработки отвалов и рекультивации нарушенных земель также диктуется тем, что отвалы находятся в Горной Шории (п. Шерегеш) - развивающемся российском и региональном центре горнолыжного спорта.

Техногенные образования Шерегешского рудника являются наиболее крупными и представлены отходами обогащения руд, переработанных свыше 40 лет назад. Содержание железа и других полезных элементов в различных участках отвала существенно изменяется, в связи неравномерностью формирования отвала по качественным показателям, что предопределяет возможности применения селективной выемки и переработки минерального сырья. Так, например, в наиболее изученном верхнем слое отвала содержание железа варьирует в пределах 10-30%. Больше железа общего (20-30%) и магнетитового (свыше 11%) сосредоточено в мелких классах 0-6 мм, объем которых составляет около 20% от всего объема отвалов. Во фракции 0-15 мм техногенного сырья, составляющего половину объема отвалов, уровень содержания железа выше 15%. В отвалах выявлены значительные по размерам зоны минерального сырья, как с высоким содержанием железа, достигающим 35 %, так и других полезных элементов, например,  $Mn=1.1\%$ ,  $Cu=0.03\%$ ,  $Zn=0.09\%$ ,  $Co=0.005\%$ .

Проведенные на Шерегешском руднике промышленные испытания четырех технологических проб по переработке отходов отвала «Феофановский» на действующей дробильно-обогащительной фабрике с обогащением исходного материала на магнитных сепараторах позволили получить первичный железорудный концентрат. В производственных условиях из отходов обогащения прошлых лет на первом сепараторе получен промпродукт - первичный железорудный концентрат с содержанием  $Fe_{общ}$  до 36,9%. Средний выход концентрата составил 20,8%, а извлечение – 48,3%. При переработке исходного материала на втором сепараторе получен концентрат с содержанием  $Fe_{общ}$  36,8% при извлечении 61,4% и выходе концентрата 26,8 %.

При производстве первичного железорудного концентрата на ДОФ Шерегешской шахты среднее содержание железа в концентрате 41%, производится концентрат из сырой руды добытой шахтным способом с содержанием железа 26,4%.

Установлено, что себестоимость производства одной тонны концентрата с содержанием  $Fe_{общ}$  36,8% , произведенного из техногенных отходов на действующей фабрике Шерегешской шахты, дешевле себестоимости производства первичного железорудного концентрата ( $Fe=41\%$ ), из руды, добытой шахтным способом в 5,8 раза [4].

К настоящему времени недостаточно рассмотрены вопросы:

1. Безотходной технологии. В этой связи, представляет практический интерес при производстве железорудного концентрата попутно получать фракционированный щебень и другой фракционный строительный материал.

2. Оценочных работ по всему объему отвалов, включая распределение качества и свойств минерального сырья, проведение малообъемного технологического опробования для определения обогатимости сырья на стадии сухой и мокрой магнитной сепарации, установление металлургической ценности промпродуктов.

3. Селективной выемки наиболее ценного минерального сырья.

4. Внедрения рациональной безотходной технологии открытой разработки Шерегешевского техногенного железорудного месторождения.

Экономическая эффективность переработки железорудных отвалов очевидна. Технические возможности отработки и переработки техногенных месторождений ограничиваются загруженностью производственных мощностей дробильно-обогажительных фабрик региона. Для решения проблемы обогащения отходов необходима разработка технологии переработки техногенного сырья непосредственно на железорудных отвалах.

Технология должна предусматривать расположение на территории отвала мобильной модульной установки для переработки отходов с получением железорудного концентрата и фракционированных строительных материалов.

Модульная установка должна включать приемный бункер, магнитные сепараторы, грохота по разделению материала на фракции и ленточные конвейеры для транспортирования продуктов обогащения. Подача исходного материала в приемный бункер может осуществляться экскаваторной, бульдозерной или скреперной техникой. Выбор конкретного вида погрузочной и автотранспортной техники при разработке техногенного месторождения устанавливается заданной производительностью модульной установки и режимом ее работы.

#### Библиографический список

1. Филиппов, П.А. Технология переработки вторичного железорудного сырья / П.А. Филиппов, В. А. Усков // Тезисы докладов VII конгресса обогащителей стран СНГ. М.: Московский институт стали и сплавов. - 2009. - С. 16-17.

2. Макаров А.Б. Техногенные месторождения минерального сырья, Соросовский образовательный журнал, 2000. - №8. - т. 6. – С. 76 – 80.

3. Трубецкой, К.Н. Параметры кондиций на минеральное сырье техногенных месторождений и их технико-экономическое обоснование / К.Н. Трубецкой, З.А. Терпогосов, В.Г. Шитарев // Горный журнал. 1994. -№ 3. - С. 44-48.

4. Филиппов, П.А. Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук. – ИГД СО РАН, Новосибирск, 2012 г.

## ИССЛЕДОВАНИЕ УДАРООПАСНОСТИ ГОРНЫХ ПОРОД КАЗСКОГО ЖЕЛЕЗОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Мишин С.А., Попроцкий Ю.Н.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Смирнов С.М.

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк poprocky2010@yandex.ru*

В статье рассмотрены различные методы оценки удароопасности пород, применяемые на Казском железорудном месторождении. Приведены критерии удароопасности для метода, основанного на измерении деформаций глубинных и контурных реперов, а также метода измерений акустической эмиссии.

Ключевые слова: хрупкость пород и руд, удароопасность горного массива, критерии удароопасности, глубинные и контурные репера, акустическая эмиссия.

Казское железорудное месторождение эксплуатируется с 1961 г. В настоящее время горные работы сосредоточены в Северной и Южной зонах Центральных Штоков.

Основная часть запасов по Северной зоне до гор. - 90м к настоящему времени отработана, остальные запасы сосредоточены по первому рудному телу в трех этажах: -160 ÷ -90, -230 ÷ -160, -300 ÷ - 230 м.

Казское месторождение в соответствии с требованиями пункта 6 приказа Ростехнадзора от 02.12.2013 № 576 «Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Положение по безопасному ведению горных работ на месторождениях, склонных и опасных по горным ударам»» [1] с критической глубины 600м отнесено к склонным по горным ударам.

Для оценки относительной хрупкости пород и руд на Казском месторождении ИГД СО РАН [2] определены коэффициенты  $K_1$ , и  $K_2$ , характеризующие склонность материала к разрушению за счет упругой энергии, накопленной в самом материале.

Коэффициенты удароопасности пород, основанные на их хрупкости, определяются по формулам:

$$K_1 = \varepsilon_y / \varepsilon_n \text{ и } K_2 = E / M, \quad (1)$$

где  $\varepsilon_y$  - упругая энергия;  $\varepsilon_n$  - полная энергия.;  $E$  - модуль упругости;  
 $M$  - модуль спада горной породы.

Приняты критерии оценки пород по категориям удароопасности:  
удароопасные:  $K_1 \geq 0,7$ ;  $K_2 < 1,0$ ; неудароопасные:  $K_1 < 0,7$ ;  $K_2 > 1,0$ .

К удароопасным породам горизонтов – 90м, - 160м, - 230м участка Центральные Штоки отнесены диориты, скарны, порфириты, граниты, роговики и магнетитовая руда.

Применительно к горно-геологическим условиям Казского месторождения разработаны критерии оценки удароопасности горного массива при применении метода измерений деформаций глубинных и контурных реперов и метода акустической эмиссии.

При изучении динамических форм проявления горного давления с целью прогнозирования категории удароопасности горного массива, разработки комплекса профилактических мер по предотвращению горных ударов, оценке устойчивости подземных горных выработок используются результаты замеров деформаций глубинных и контурных реперов и их изменения во времени.

Этот метод принят как средство исследования деформаций и смещений массива горных пород под влиянием очистных работ.

Сущность его заключается в том, что в пробуренные из горных выработок скважины  $d = 105$  мм с помощью досылочных устройств вводятся реперы и закрепляются на определенном расстоянии между соседними реперами вдоль оси скважины, по которым судят о деформации массива в интервале измерений.

Станция представляет собой две скважины, пробуренные в горной выработке соосно (под углом  $180^\circ$  друг к другу) и связанные единой измерительной системой и предназначенные для измерения деформаций.

Глубинные реперы закладываются в горизонтальные скважины, пробуренные в породном или рудном массиве.

В ближайшие к очистным работам скважины закладывают рабочие реперы. В скважины, удаленные от очистных работ, закладывают опорные и исходные реперы, наиболее удаленный от очистных работ репер является исходным, остальные реперы в удаленной скважине – опорные.

Закладка станций глубинных реперов предусмотрена вкрест простира-ния рудного тела, рекомендуемое расстояние между реперами в скважине составляет 20-25 м.

Перед началом наблюдения производится привязка всех реперов к наблюдательной станции.

Наблюдение за сдвижением реперов состоит в измерении смещения реперов вдоль оси скважины.

Диагностика состояния массива производится по данным наблюдений за приращением деформаций контурных и глубинных реперов. При этом состояние массива оценивается по величинам возникающих деформаций, скоростей смещения ( $\Delta R$ ) во времени и деформаций горных пород в сравнении их с критериальными величинами.

Контроль массива в горных выработках позволяет оценить это состояние в различных его частях на основе прямых измерений смещений и де-

формаций, установить активные структурные элементы и процессы, ответственные за увеличение концентрации напряжений, предвидеть ход дальнейшего их развития и производить опережающую целенаправленную диагностику массива, осуществляя взаимную корреляцию геофизических и геодезических показателей.

Анализ приращения деформаций массива показывает неравномерный характер распределения по величине их значений во времени. Наблюдениями за приращением деформаций на рабочих горизонтах установлено, что изменчивость показателей приращения деформаций реперов в различных выработках носит неравномерный характер, отражая условия нагружения и разгрузки массива. Пилообразный характер кривых изменений деформаций показывает, что в определенные периоды они сдвигаются в сторону выработанного пространства и затем в обратном направлении, что свидетельствует о переходе от растяжения к сжатию массива и наоборот.

Анализ мониторинга деформаций по станциям глубинных и контурных реперов позволил установить категории удароопасности. Категория удароопасности массива зависит от уровня действующих в нём напряжений, деформационных и прочностных свойств пород и руд в которых располагаются станции.

Определение категории удароопасности проводится по соотношениям [2]:

- категория **“опасно”**  $\sigma_m / [\sigma_{сж}] \geq 0,8$ ;

- категория **“не опасно”**  $\sigma_m / [\sigma_{сж}] < 0,8$ ;

где  $\sigma_m$  - действующий в массиве уровень напряжений, МПа,

$[\sigma_{сж}]$  - предел прочности пород и руд на одноосное сжатие, МПа.

Удароопасность массива на горизонтах - 90 м., - 160 м. - 230 м., составляет по руде 0,314; 0,319 и 0,105, соответственно. Для пород удароопасность массива составляет на горизонтах - 90 м., - 160 м. - 230 м., 0,327; 0,333; 0,107, соответственно.

Определение категории удароопасности массива методом акустической эмиссии производится портативной аппаратурой СБ-32М (САПФИР), регистрирующей микроразрушения (шумность) массива в полосе частот 10-40 кГц с автоматическим выводом на световое табло результатов регистрации импульсов АЭ по нескольким уровням (каналам) в зависимости от амплитуды сигнала.

Прибор СБ-32М (Сапфир) предназначен для регистрации упругих колебаний, излучаемых в процессе необратимого деформирования горных пород (процесс акустической эмиссии (АЭ)) и выводом на световое табло результатов регистрации импульсов АЭ с автоматическим распределением по двум амплитудным уровням (каналам) в зависимости от амплитуды импульсов.

Датчик устанавливается в шпур в зоне ненарушенных пород на глубине не менее 0,7м и не более 1,5м. В каждой точке замеры АЭ производят в течение 20 минут с отсчетом количества импульсов с табло прибора через каждую минуту.

При наличии технологических помех при замерах отмечают интервалы, в которых они возникали. Отсчеты с помехами исключаются из расчетов. На практике для производства замеров выбирают «чистое» время без помех от работы технологического оборудования.

К основным параметрам процесса АЭ относятся средняя активность ( $Na_1$  – число импульсов за 15 секундный интервал) и показатель амплитудного распределения импульсов ( $b$ ).

Для расчета параметров используются результаты замеров, высвечивающиеся на индикаторе прибора СБ-32М (САПФИР):

- первым на индикаторе отображается количество импульсов ( $a_1$ ) превышающих первый амплитудный уровень за весь период регистрации;
- вторым отображается количество импульсов ( $a_2$ ) превышающих второй амплитудный уровень за весь период регистрации;
- третьим отображается продолжительность замера ( $T$ ) в минутах.

Среднюю активность АЭ ( $Na_1$ ), импульсов за 15 сек, рассчитывают по следующей формуле:

$$Na_1 = \frac{a_1}{T \cdot 4}, \quad (2)$$

Продолжительность измерений (весь период регистрации  $T$ ) должна составлять 20 минут, чтобы минимальное число 15-секундных интервалов при отсутствии помех было не менее 80.

Показатели амплитудного распределения АЭ ( $b$ ) рассчитывается по формуле:

$$b = \frac{a_1}{a_2}, \quad (3)$$

Большое влияние на шумность массива оказывают взрывные работы, поэтому измерения проводятся не ранее чем через 2 часа и не позднее чем через 5-10 часов после взрывных работ.

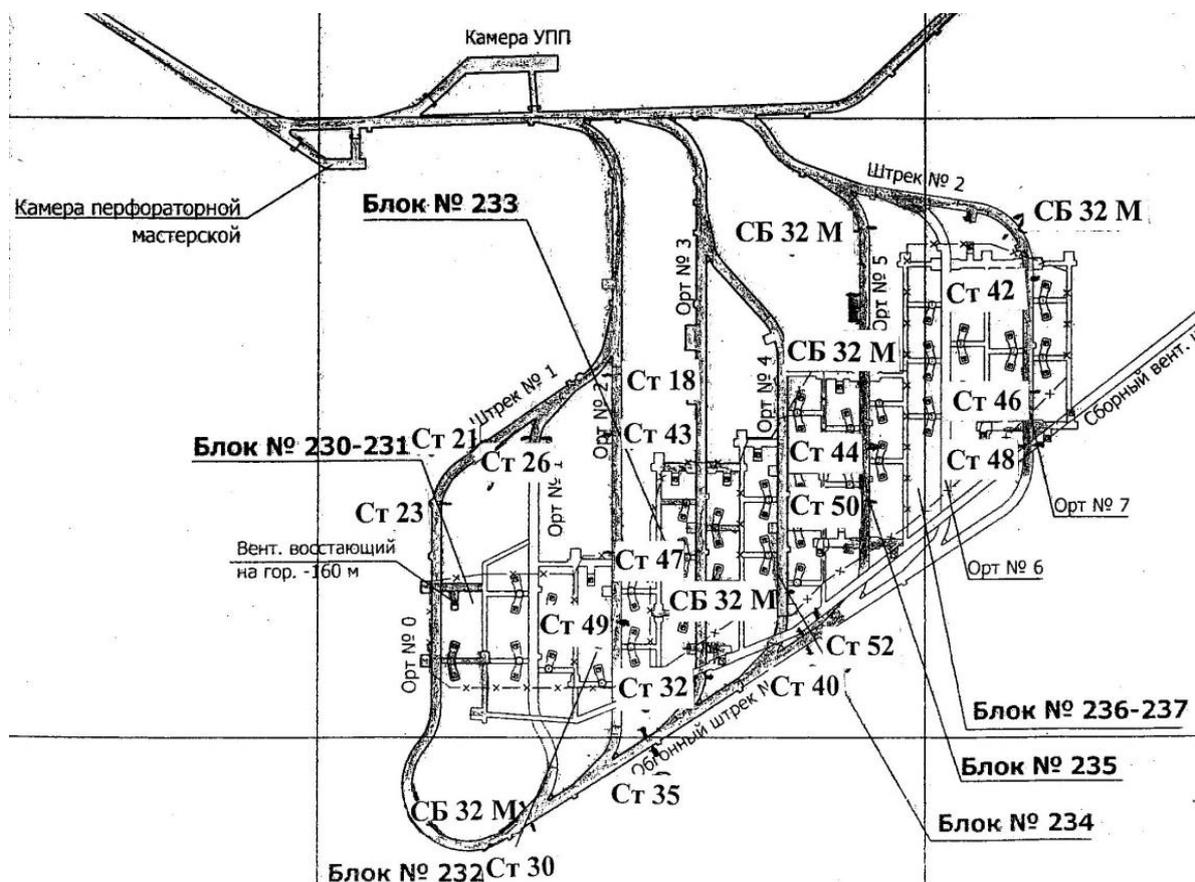
Категорию удароопасности участков массива горных пород определяют по значениям  $Na_1$  и  $b$  в одноименном замере. Критерии категории удароопасности приведены в таблице 1.

Таблица 1- Критерии удароопасности по параметрам акустической эмиссии

Категория удароопасности участка	Средняя активность АЭ	Показатель амплитудного распределения
«ОПАСНО»	$Na_1 \geq 3$	$b \leq 4$
«ОПАСНО»	$Na_1 < 3$	$b > 4$
«НЕ ОПАСНО»	$Na_1 < 3$	«b» - любое

Для оценки удароопасности массива в выработках шахты проводится одновременное измерение методом определения деформаций на станциях

глубинных и контурных реперов, а также точечных измерений методом акустической эмиссии (рисунок 1)



Ст35 – номер станций контурных реперов; СБ 32 – место замера прибором СБ-32М (Сапфир)

Рисунок 1-Схема расположения станций контурных реперов и мест замера прибором СБ-32М (Сапфир) на гор. – 230 м. Казского месторождения.

Применение различных методов оценки удароопасности горного массива дает возможность получения более достоверной информации на обрабатываемом участке месторождения.

#### Библиографический список

1. Приказ Ростехнадзора от 02.12.2013 N 576 «Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Положение по безопасному ведению горных работ на месторождениях, склонных и опасных по горным ударам»».

2. Курленя М.В. Геомеханические проблемы разработки железорудных месторождений Сибири [Текст].:/М.В. Курленя, А.А. Еременко, Б.В. Шрепп. – Новосибирск, Наука, 2001. -183 с.

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ЖЕЛЕЗА ЭКСПРЕССНЫМИ  
ГЕОФИЗИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ В РУДЕ, ПРОМЫШЛЕННОМ  
ПРОДУКТЕ И В ОТХОДАХ ПЕРЕРАБОТКИ НА ФАБРИКЕ  
ШЕРЕГЕШСКОЙ ШАХТЫ ФИЛИАЛА «ЕВРАЗРУДА»**

**Попроцкий Ю.Н., Мишин С.А.**

**Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Смирнов С.М.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк poprocky2010@yandex.ru*

Контроль качества руды, промышленных продуктов и отходов переработки в технологическом потоке фабрики проводится на базе аппаратуры АКР-2Н и ЭА-2Т, что позволяет в реальном режиме времени корректировать действия производственных процессов.

Ключевые слова: Контроль качества руды, обогащение руды, определение содержания железа, коэффициент корреляции, критерии Стьюдента.

Зарубежный опыт применения способов и устройств по контролю качества рудного сырья в потоке обогатительных фабрик очень разнообразен по каждому виду полезного ископаемого. Как правило, на зарубежных обогатительных предприятиях все процессы получения информации и управления производством обеспечиваются комплексами, включающими электронную геофизическую аппаратуру и персональные компьютеры.

На горно-обогатительных предприятиях России используются защищенные патентами [1, 2] и разрешенные к применению экспресс - анализаторы и металлоискатели. Применяемая на Горно-Шорской фабрике геофизическая аппаратура апробирована на железорудных предприятиях (например, Ковдорский и Коршуновский ГОКи). Магнитометрический метод опробования основан на измерении сигнала от промагнитенных переменным полем магнетитосодержащих материалов, с последующим преобразованием сигнала в цифровую индикацию геофизической аппаратуры.

При изменении вещественного состава и магнитометрических свойств рудного сырья, поступающего на фабрику, выполняется проверка достоверности введенных в электронные блоки геофизической аппаратуры корреляционных уравнений. Для корректировки корреляционных уравнений отбираются пробы, проводится химический анализ и измерение рудного сырья геофизической аппаратурой. По результатам определения Fe общего и Fe магнитного отстраиваются корреляционные графики зависимости для промышленных продуктов и отходов переработки:  $Fe_{\text{общ. (хим)}} = f[Fe_{\text{общ. (прибор)}}]$ ;  $Fe_{\text{магн. (хим)}} = f[Fe_{\text{магн. (прибор)}}]$ ,

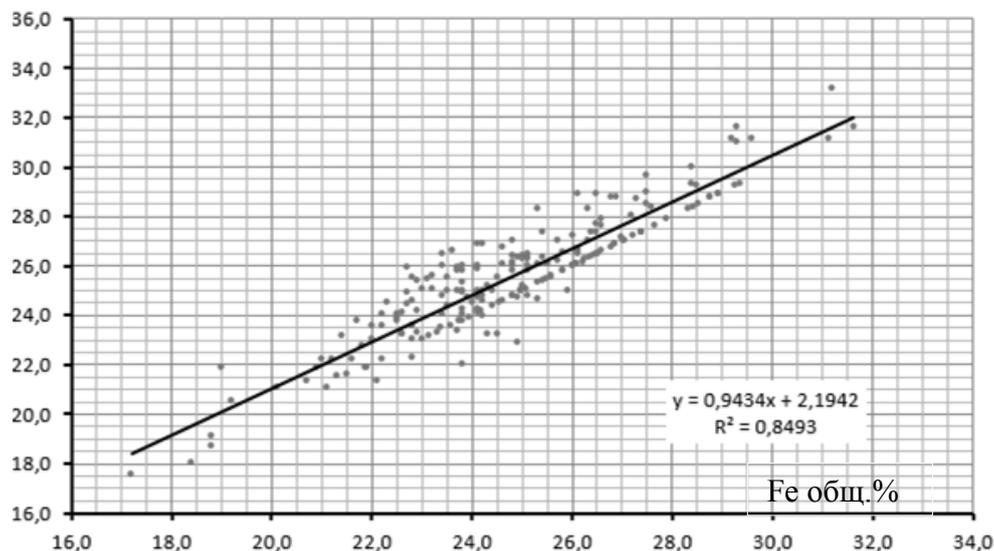
где  $Fe_{\text{общ. (хим)}}$ ,  $Fe_{\text{магн. (хим)}}$  – соответственно, содержание железа общего и

магнитного, по результатам химического анализа;

$Fe_{\text{общ. (прибор)}}$ ,  $Fe_{\text{магн. (прибор)}}$  – соответственно, содержание железа общего и магнитного по результатам измерений геофизической аппаратурой.

Так, например, для концентрата и исходной руды в навалах корреляционные графики имеют вид, приведенный на рисунках 1-3.

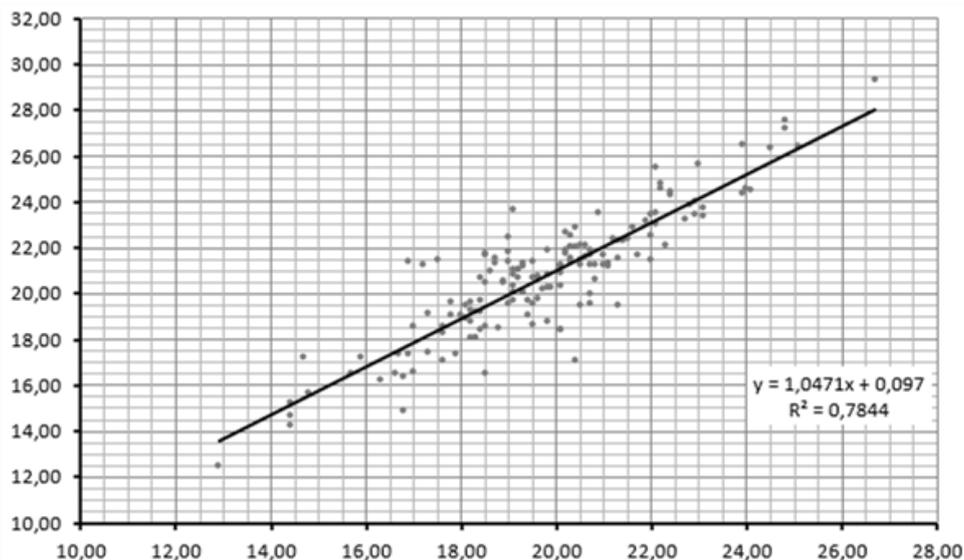
Fe общ.% (данные химанализа)



Показания прибора ЭА-2Т

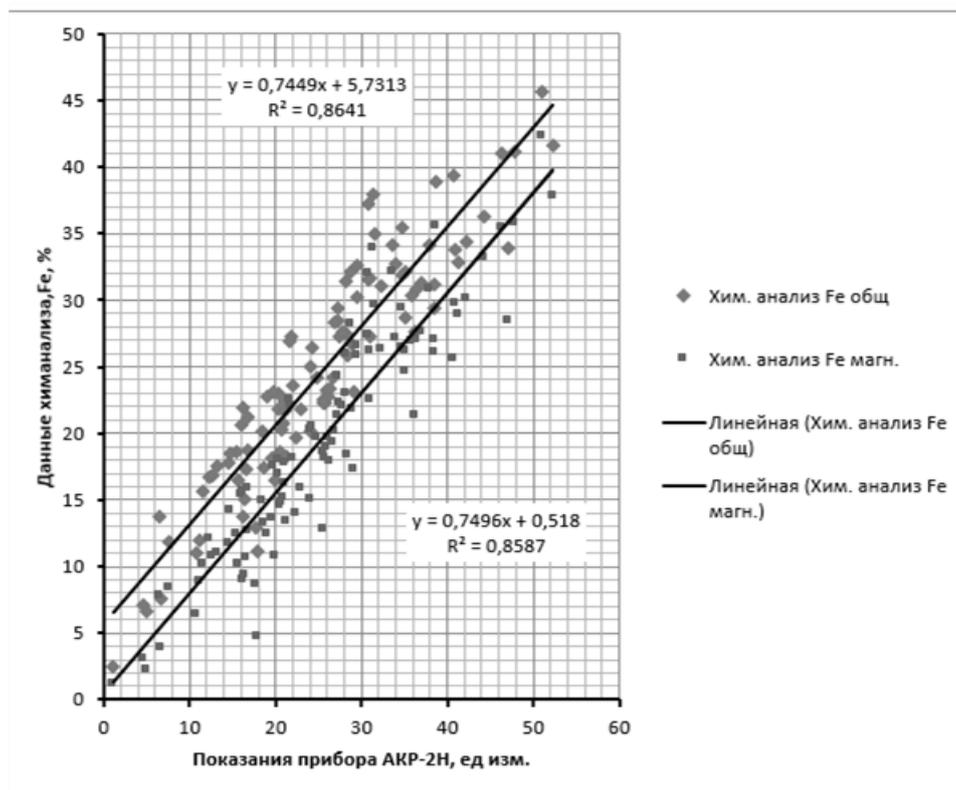
Рисунок 1 – График корреляционной зависимости показаний экспресс-анализатора (ЭА-2Т) и данных химического анализа на железо общее для концентрата на ДОФ Шерегешской шахты

Fe магн.%



Показания прибора ЭА-2Т

Рисунок 2 – График корреляционной зависимости показаний экспресс-анализатора (ЭА-2Т) и данных химического анализа на железо магнитное для концентрата на ДОФ Шерегешской шахты



уравнение, работающее на период 2008-2012гг.  
 $y=0,6406x+8,80$

Рисунок 3 – График корреляционной зависимости показаний прибора АКР-2Н на свободном канале и данных химического анализа на общее и магнитное железо для сырой руды в навалах Шерегешской шахты

Статистический анализ корреляционных графиков проводится по нижеприведенной методике.

Оценка сходимости корреляционных уравнений проводится по коэффициенту корреляции  $R$ . Уравнение считается достоверным, если коэффициент корреляции  $R$  больше 0,6 [3].

Стандартная ошибка ( $\sigma$ ) определяется по коэффициенту корреляции  $R$ , по формуле:

$$\sigma = (1 - R^2) / \sqrt{N}, \quad (1)$$

Надежность коэффициента корреляции ( $\mu$ ) определяется по формуле:

$$\mu = R / \sigma, \quad (2)$$

Согласно теореме Ляпунова связь надежная, если  $\mu > 2,6$ .

Оценка существенности расхождения расчетов по формулам корреляционных графиков, полученных при обработке данных опробования руды и продуктов ДОФ, проводится методами статистического анализа с применением критерия Стьюдента ( $t$ ), который рассчитывается по формуле:

$$t = (X_T - X_B) / (\sigma / \sqrt{N}), \quad (3)$$

При вероятности  $P=0,90$  критерий Стьюдента равен  $t = 1,645$ .  
Корреляционные графики считаются достоверными при

$$t_{\text{рас}} \leq t_{\text{теор}},$$

где  $t_{\text{рас}}$  – критерий Стьюдента расчетный;

$t_{\text{теор}}$  – критерий Стьюдента теоретический.

Статистическая оценка данных представлена в таблицах 1-4.

Таблица 1 - Статистическая оценка исходных данных химического анализа и показаний прибора АКР-2Н для построения корреляционного графика по руде (исходной) Шерегешской шахты

Статистические показатели	Данные химического анализа		Данные показаний прибора АКР-2Н	
	Fe общее	Fe магнитное	Fe общее	Fe магнитное
Кол-во проб	N = 160	N = 160	N = 160	N = 160
Среднее значение	$X_{\text{ср}} = 25,31$	$X_{\text{ср}} = 20,78$	$X_{\text{ср}} = 24,10$	$X_{\text{ср}} = 19,70$
Ср. квадратическое отклонение	$\sigma = 2,53$	$\sigma = 2,69$	$\sigma = 2,33$	$\sigma = 2,32$
Отклонение от среднего значения	$3\sigma = 7,58$	$3\sigma = 8,07$	$3\sigma = 6,98$	$3\sigma = 6,96$
Проверяемый интервал	$17,7 \leq (X \pm 3\sigma) \leq 32,9$	$12,7 \leq (X \pm 3\sigma) \leq 28,8$	$17,1 \leq (X \pm 3\sigma) \leq 31,1$	$12,7 \leq (X \pm 3\sigma) \leq 26,6$

Таблица 2 - Статистическая оценка исходных данных химического анализа и показаний прибора ЭА-2Т для построения корреляционного графика по концентрату Шерегешской шахты.

Статистические показатели	Данные химического анализа		Данные показаний прибора ЭА-2Т	
	Fe общее	Fe магнитное	Fe общее	Fe магнитное
Количество проб	N = 190	N = 190	N = 190	N = 190
Среднее значение	$X_{\text{ср}} = 42,14$	$X_{\text{ср}} = 38,45$	$X_{\text{ср}} = 41,73$	$X_{\text{ср}} = 35,79$
Ср. квад. отклонение	$\sigma = 1,74$	$\sigma = 1,86$	$\sigma = 1,34$	$\sigma = 1,46$
Отклонение от среднего значения	$3\sigma = 5,22$	$3\sigma = 5,57$	$3\sigma = 4,02$	$3\sigma = 4,37$
Проверяемый интервал	$36,9 \leq (X \pm 3\sigma) \leq 47,4$	$32,9 \leq (X \pm 3\sigma) \leq 44,0$	$37,7 \leq (X \pm 3\sigma) \leq 45,8$	$31,4 \leq (X \pm 3\sigma) \leq 40,2$

Таблица 3 - Статистическая оценка исходных данных химического анализа и показаний прибора ЭА-2Т для построения корреляционного графика по отходам переработки Шерегешской шахты.

Статистические показатели	Данные химического анализа		Данные показаний прибора ЭА-2Т	
	Fe общее	Fe магнитное	Fe общее	Fe магнитное
Количество проб	N = 191	N = 191	N = 191	N = 191
Среднее значение	$X_{ср} = 8,46$	$X_{ср} = 3,00$	$X_{ср} = 8,83$	$X_{ср} = 2,72$
Ср. квад. отклонение	$\sigma = 0,89$	$\sigma = 0,71$	$\sigma = 0,46$	$\sigma = 0,42$
Отклонение от среднего значения	$3\sigma = 2,67$	$3\sigma = 2,13$	$3\sigma = 1,38$	$3\sigma = 1,27$
Проверяемый интервал	$5,8 \leq (X \pm 3\sigma) \leq 11,1$	$0,87 \leq (X \pm 3\sigma) \leq 5,1$	$7,45 \leq (X \pm 3\sigma) \leq 10,2$	$1,45 \leq (X \pm 3\sigma) \leq 4,0$

Таблица 4 - Сходимость уравнений корреляции промпродуктов Шерегешской шахты по критерию Стьюдента

Уравнения корреляции (по данным показаний приборов и химического анализа)	Средние значения $Fe_{общ}$ или $Fe_{магн}$			Коэфф. детерминации, $R^2$	Сред. квад. отклонение, $\sigma$	Ошибка сред. квад. отклонения, $\sigma_c$	Надежность коэфф. корреляции, $\mu$	Критерий Стьюдента, $t$	Выводы
	X (по показанию прибора)	Y (расчетное по формуле)	Y (по хим. анализу)						
<b>Сырая руда (исходная)</b>									
$Fe_{общ.}: Y=0,943X+2,194$	24,097	24,917	25,314	0,849	0,462	0,110	8,4	1,21	+
$Fe_{магн.}: Y=1,047X+0,097$	19,697	20,720	20,778	0,784	0,421	0,082	10,8	0,19	+
<b>Концентрат</b>									
$Fe_{общ.}: Y=0,923 X + 3,622$	41,727	42,136	42,643	0,504	1,75	0,352	3,04	0,42	+
$Fe_{магн.}: Y = 1,044 X + 1,082$	35,789	38,446	39,145	0,671	1,92	0,233	3,52	0,51	+
<b>Отходы переработки</b>									
$Fe_{общ.}: Y = 1,091 X - 1,195$	8,826	8,434	8,461	0,343	0,022	0,466	1,26	1,73	-
$Fe_{магн.}: Y = 0,997 X - 0,243$	2,724	2,959	3,00	0,461	0,034	0,382	1,78	1,70	-
Примечание: Уравнение соответствует (+), не соответствует (-) требованиям Методики измерений Fe общего и Fe магнитного									

Оценка достоверности работы приборов АКР-2Н и ЭА-2Т в технологическом потоке фабрики устанавливается на основе проведения необходимого количества проб химического анализа и геофизических измерений магнитометрической аппаратурой исходных руд, промышленных продуктов и отходов переработки. По результатам математической обработки подтверждаются или устанавливаются новые достоверные корреляционные уравнения для исходной руды, промышленных продуктов и отходов переработки фабрики Шерегешской шахты.

#### Библиографический список

1. Пат. 2165090 РФ, МКИ<sup>1</sup>С2 Способ определения содержания железа в оперативных пробах рудного материала и устройство для его осуществления. М.А.Семыкин. -Опубл. 20.01.2001. Бюл. № 2.
2. Пат. 215996 РФ, МКИ<sup>3</sup> С2. Конвейерный металлоискатель/ М.А. Семыкин - Опубл. 27.11.2000, Бюл. №33.
3. Рыжов П.А., Математическая статистика в горном деле. – М.: Высшая школа. 1973г.

УДК 622

### **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СПОСОБА ВЗРЫВНОЙ ОТБОЙКИ КАМЕР ПРИ ЭТАЖНО-КАМЕРНОЙ СИСТЕМЕ РАЗРАБОТКИ С ЗАКЛАДКОЙ В УСЛОВИЯХ ТАШТАГОЛЬСКОЙ ШАХТЫ ФИЛИАЛА «ЕВРАЗРУДА»**

**Попроцкий Ю.Н., Мишин С.А.**

**Научный руководитель канд. техн. наук, доцент Смирнов С.М.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк, e-mail: poprocky2010@yandex.ru*

Приведен способ взрывной отбойки камеры III очереди при этажно – камерной системе разработки с закладкой, с формированием компенсационной камеры в центральной части.

Ключевые слова: этажно – камерная система разработки, компенсационная камера, веерный способ взрывной отбойки, закладочный массив.

На Таштагольской шахте применяется этажно-камерный вариант системы разработки с закладкой камер в три очереди. Ширина камер 12-13,5 м. Обрушение камер одностадийное, массовым взрывом на компенсационную камеру. Подсечка блока траншейная или разворотами. Выпуск руды на откаточном горизонте производится с помощью вибродоставочных установок ВДПУ 4ТМ. В связи с отсутствием налегающих пород расстояние между выпускными отверстиями принимается из условия того, чтобы не оставались

высокие гребни отбитой руды на днище. Поддержание выработанного пространства осуществляется твердеющими смесями.

Нормативное время твердения закладочного массива в камерах составляет 3 месяца. Совмещение работ в двух смежных камерах, когда одна отработана и заложена, а вторая готовится к отработке, возможно только через 1,5 месяца, когда разрешается вскрывать закладочный массив отдельными горными выработками, т.е. вести подготовку смежной камеры к отработке.

Для снижения динамического воздействия взрыва на закладочный массив, а также разубоживания рудной массы закладочным материалом при отработке вторичных камер (камер II и III очереди) на контакте с искусственным массивом предусмотрено оставление предохранительной рудной корки толщиной 1 м при взрывной отбойке веерами скважин. При выпуске руды она будет самообрушаться, исключая потери руды в междуканальных целиках.

Наибольшие трудности при взрывной отбойке камер возникают при отработке камер III очереди, располагаемой между искусственными массивами. Форма рудной камеры III очереди в плане двояковогнутая, отличается от принимаемой по проекту проектной – параллелепидальной формы. Для максимального снижения разубоживания породой и более качественного дробления руды рекомендован веерный способ отбойки руды (рисунок 1). Рекомендательный способ взрывной отбойки направлен на снижение сейсмического воздействия взрыва на закладочные массивы камер I и II очереди и обеспечение их устойчивого состояния на момент выпуска руды вплоть до закладки камер III очереди твердеющей смесью. При этом обеспечивается качественное дробление рудного массива в центральной части камер.

В рекомендованном способе рассчитано расстояние от забоя скважины до закладочного массива, в котором учитывается бурение скважин под некоторым углом (отличным от 90°), направленным к плоскости закладочного массива.

Расстояние от забоя скважины до закладочного массива при веерном способе отбойки рассчитывается по нижеприведенной методике. При бурении вееров скважин перпендикулярно (или под некоторым углом) к плоскости контакта руда-закладка рекомендуется бурить контрольные скважины для определения фактического положения поверхности руда-закладка. Излишне пробуренный участок скважины необходимо тампонировать.

Отстройка фактической поверхности руда-закладка дает возможность недобуривать скважину до контакта руды с закладочным массивом.

Длина «недобуривания» скважины до контакта (L) рассчитывается по формуле:

$$L = R_{\text{расч}} \cdot \cos \alpha \cdot \cos \beta, \quad (1)$$

где  $R_{\text{расч}}$  – расстояние от забоя скважины до контакта руда-закладка, м;

$\alpha$  – азимут бурения, угол (в плане) между перпендикулярным

направлением к контакту руда-закладка и фактическим направлением бурения, град.;

$\beta$  – угол забуривания скважины, град.

Расчетное расстояние от забоя взрывных скважин до контакта с закладкой ( $R_{расч}$ ) рассчитывается исходя из необходимого условия задания плоского фронта сейсмической волны в «рудной корке» одновременно взрывающегося веера скважин при короткозамедленном взрывании рудных камер. Величина  $R_{расч}$  определяется по формуле:

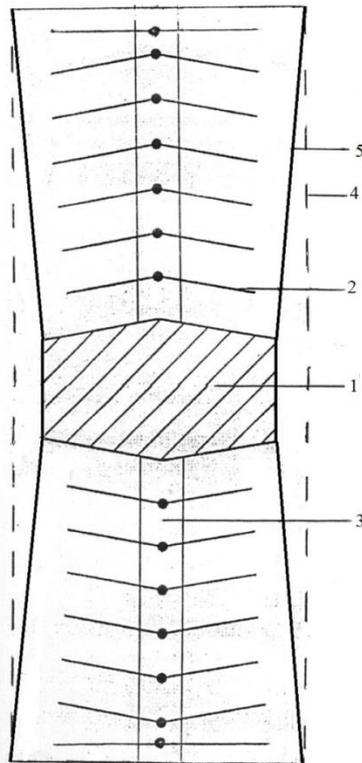
$$R_{расч} = 0,5 \cdot k \cdot W \cdot \left( 2 \cdot \frac{2}{v+1} - 1 \right)^{-0,5}, \quad (2)$$

На Таштагольской шахте при веерном способе взрывной отбойки линия наименьшего сопротивления  $W=2$  м.

Величина затухания интенсивности напряжений ( $v$ ) с удалением от заряда ВВ в условиях горного давления на основании экспериментальных данных [1] принимается равной ( $v=3,0$ ). Эмпирический коэффициент  $k=0,75$ .

Расчетное расстояние  $R_{расч}=1,17$ , рекомендуемое нами  $R_{расч}=1,0$  м.

При  $R_{расч}=1,0$  м,  $v=3,0$ ,  $k=0,75$ ,  $L = \cos \alpha \cdot \cos \beta$ , м.



1 – компенсационная камера; 2 – веер скважин; 3 – выработка;  
4 – проектный контур камеры; 5 – фактический контур камеры.

Рисунок 2 - Схема бурового подэтажа камеры III очереди при веерном способе взрывной отбойки

Предложен вариант размещения компенсационной камеры в центральной части камеры III очереди, как наиболее нарушенном участке рудного массива от действия взрывных работ при отработке камер I и II очереди.

#### Библиографический список

1. Патент 2557274 Российская Федерация. МПК F42D 3/04. E21C 41/16 Способ взрывной отбойки рудных камер /авторы: Цинкер Л.М., Смирнов С.М.; опубликовано. 20.07.2015 г. Бюллетень №20. – 7с.: ил.

УДК 622.817.49:519.62:512.644

### **ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ СПОСОБОВ И СРЕДСТВ ПО СНИЖЕНИЮ ГАЗОВЫДЕЛЕНИЯ НА ВЫЕМОЧНОМ УЧАСТКЕ И УТИЛИЗАЦИИ МЕТАНА**

**Воронков И.В., Никитина А.М., Борзых Д.М.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк, e-mail: voronkov.ivan.118@mail.ru*

Оценка эффективности способов и средств снижения газовыделения на выемочном участке и утилизации метана является важной составляющей повышения эффективности и безопасности горных работ на шахтах юга Кузбасса и всего региона в целом.

Ключевые слова: увеличение нагрузок на очистной забой, дегазация, утилизация метана, метановоздушная смесь.

При разработке газоносных угольных пластов газообильность выработок является одним из основных факторов, ограничивающих нагрузку на очистной забой и снижающих скорость проведения подготовительных выработок. Поскольку значительное повышение количества подаваемого в шахту воздуха для разбавления выделяющегося метана в большинстве случаев невозможно, невозможно, то задача уменьшения газовыделения решается только дегазацией [1-3, 6].

Важной частью решения такой задачи является анализ передового российского и зарубежного опыта дегазации и утилизации метана, а также разработка рекомендаций по дегазации угольных пластов в условиях шахты «Усковская» и выбору наиболее рациональной схемы утилизации каптируемого метана.

В зарубежных странах (США, КНР, ФРГ, Великобритания, ЮАР, Польша и др.) накоплен значительный опыт по дегазации угольных пластов и коллекторов природных скоплений свободного газа через скважины, пробуренные с земной поверхности или из подземных выработок [5].

Для повышения эффективности дегазации необходимо применение искус-

ственных мер повышения газопроницаемости и газоотдачи угольных пластов, к которым относятся: гидрорасчленение, пневмогидровоздействие, расчленение с использованием сжиженных газов, гидроимпульсное воздействие и др.

Анализ способов снижения газовыделения в России и за рубежом показал необходимость разработки нового технологического и технического решения проблемы высокогазоносных пластов в условиях шахты «Усковская». Новое технологическое решение будет включать в себя заблаговременную дегазацию газоносной толщи скважинами с поверхности, в комплексе с предварительной дегазацией вынимаемого столба скважинами параллельными плоскости пласта, что обеспечивает снижение газообильности на 50-60 %. Каптируемый метан будет использован в хозяйственных целях шахты как попутное чистое топливо.

В связи с расширением применения дегазации большое значение приобретает разработка эффективных решений по утилизации метана.

Извлекаемая дегазацией метановоздушная смесь с концентрацией метана около 80% зачастую просто выбрасывается в атмосферу, хотя вполне может быть использована для получения электрической и тепловой энергии, моторного топлива и химических продуктов.

Наиболее простым и доступным способом утилизации метана является сжигание его взамен угля в топках котельных для выработки тепла на нужды шахты. Чтобы оценить преимущества использования метана перед углем, достаточно сказать, что при сжигании 1 тонны угля в атмосферу выбрасывается около 50 кг вредных выбросов, к тому же метан в 1,5 раза экономичнее угля.

На шахтах Карагандинского бассейна (Казахстан) ежегодно средствами дегазации извлекается около 170 млн м<sup>3</sup> метана, из которых 10-13 млн м<sup>3</sup> (7%) утилизируется прямым сжиганием в котельных установках шахт для выработки тепловой энергии. Впервые в Карагандинском бассейне на промышленной основе шахтный метан начал использоваться с 1976 г [4].

Огромный опыт по утилизации метана накоплен в Германии. В настоящее время в Германии эксплуатируются около 40 установок по производству электроэнергии на основе использования каптированного газа из закрытых шахт. На Рейне и Руре часть каптируемого рудничного газа сжигается в котельных для покрытия собственных потребностей горных предприятий в теплоте для отопления и горячего водоснабжения. В Иббенбюрене каптируемый метан почти полностью используется на обычной электростанции электрической мощностью 25 МВт [4].

Шахта «Усковская» относится к сверхкатегорным по газу, поэтому для достижения высокой производительности и безопасности при отработке пласта 50 необходимо производить его дегазацию.

Учитывая, многолетний зарубежный и отечественный опыт, проектом принята комплексная дегазация, включающая заблаговременную дегазацию свиты пластов скважинами, пробуренными с поверхности (которые в последствии используются для отвода метановоздушной смеси из выработанных

ного пространства) и предварительную дегазацию выемочного столба скважинами, пробуренными из конвейерного и вентиляционного штреков параллельно плоскости пласта.

Утилизация каптируемого метана будет производиться сжиганием его в котельной шахты. Этот способ утилизации является наиболее простым (но не самым эффективным), и не требует значительных капиталовложений. Дегазация осуществляется установкой ПДУ-50, соединённой с сетью дегазационных скважин, затем метановоздушная смесь сжимается компрессором до необходимого давления и сжигается в котельной шахты для получения тепловой энергии.

Таким образом, предлагаемая в данной статье схема дегазации пластов и утилизации метана позволит:

- обеспечить проветривание выемочного участка, при высокой производительности;
- снизить вероятность возникновения внезапных выбросов;
- повысить безопасность ведения горных работ;
- произвести замещение угля метаном при производстве тепловой энергии на нужды шахты, снизив выбросы вредных веществ в атмосферу и повысив рентабельность производства.

#### 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 – 200с.

2. «Руководство по проектированию вентиляции угольных шахт», Матеевский, 1989 г. - 319 с.

3. Инструкция по применению схем проветривания выемочных участков шахт с изолированным отводом метана из выработанного пространства с помощью газоотсасывающих установок. Серия 05. Выпуск 21. – Москва: ЗАО «Научно-технический центр исследования проблем промышленной безопасности», 2012. – 128 с.

4. Астахов С.А. Утилизация шахтного газа // Уголь.- 2006.- № 08. – С.9–13.

5. Найданова А.В. 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 конференции 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.

6. Домрачев А.Н. Выбор и обоснование алгоритма моделирования работы длинного очистного забоя с учетом влияния неравномерности метановыделения / А.Н. Домрачев, С.В. Риб, А.М. Никитина // Вестник Сибирского государственного индустриального университета. – 2017. – № 1 (19). - С. 44-45.

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПО ВНЕДРЕНИЮ СПОСОБОВ И СРЕДСТВ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИХ ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕГАЗАЦИИ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ ЛЕНИНСК-КУЗНЕЦКОГО РАЙОНА**

**Соловьев К.Д., Никитина А.М., Борзых Д.М.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк, e-mail:kos8304@mail.ru*

В статье обозначена проблема дегазации в современном горном производстве, связанная с поступлением метана при подземной разработке угольных пластов в атмосферу.

Ключевые слова: дегазация, безопасность, газообильность, бурение скважин.

Дегазация является неотъемлемой частью процесса добычи угля, поэтому повышение эффективности работы дегазационной системы шахты является важным при разработке и исследовании методов и способов подготовки массива горных пород. При этом совершенно очевидно, что одним из способов повышения эффективности процесса дегазации является развертывание современных средств контроля технических и технологических параметров дегазационной системы шахты, позволяющих принимать оптимальные решения в отношении режимов работы всех инженерно-технических сооружений.

В угольных шахтах России применяются почти все известные в мировой практике способы дегазации: заблаговременная дегазация, предварительная дегазация разрабатываемых пластов, дегазация сближенных пластов, изолированный вывод метана из выработанных пространств и др. [1-4].

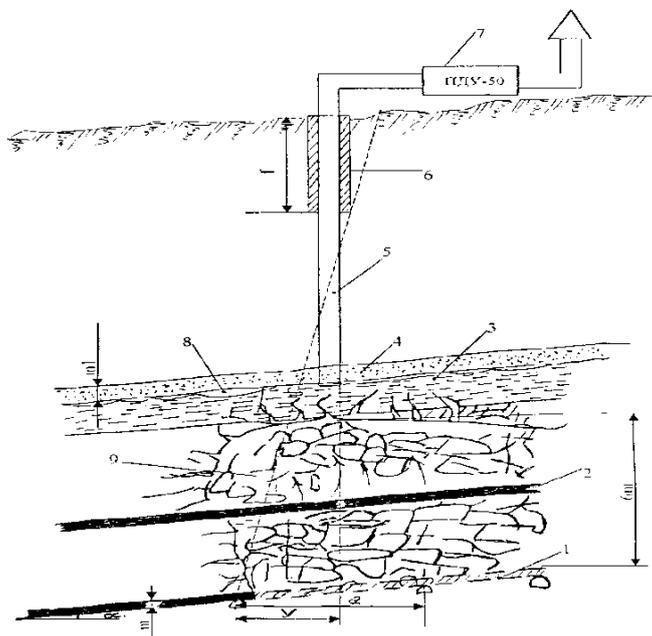
Использование схемы дегазации, приведенной на рисунке 1, по сравнению с известными позволяет повысить эффективность дегазации разрабатываемых газоносных угольных пластов за счет сокращения расхода буровых труб, сокращения времени бурения оборудования скважин, а также увеличения продолжительности их эксплуатации.

Дегазация разрабатываемых пластов осуществляется скважинами, пробуренными из подготовительных выработок (рисунок 2). Дегазационные скважины бурятся по падению, восстанию, простиранию, под углом к простиранию пласта. Скважины бурятся вкрест системы кливажных трещин. В последнее время широко применяются технологии направленного бурения скважин (рисунок 3).

Предварительная дегазация выемочного участка должна осуществляться не менее 6 месяцев при применении восходящих (горизонтальных) скважин и не менее 12 месяцев – при нисходящих.

Водокольцевые вакуум-насосы (рисунок 4) используют для оказания

влияния на перераспределение газовых потоков в выработанном пространстве и снижения выноса метана в действующие выработки или на газоотсасывающие вентиляторные установки.



1 и 2 - подрабатывающий и подрабатываемый (дегазируемый) пласты соответственно; 3 - отслаивающийся, трещиноватый слой; 4 - газозакрывающий прочный слой; 5 - дегазационная скважина; 6 - участок обсадки скважины; 7 - насосно-вакуумная дегазационная станция на поверхности земли; 8 - поверхность отслоения пород трещиноватой пачки 3 от экранирующего слоя 4; 9 - зона обрушенных пород

Рисунок 1 – Схема заблаговременной дегазации

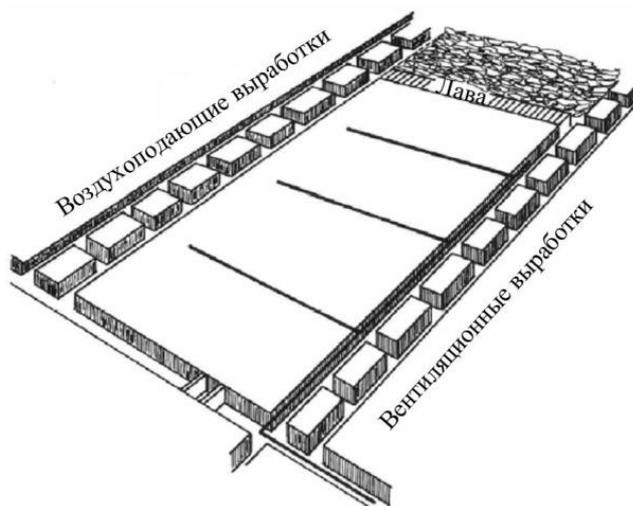


Рисунок 2 – Схема предварительной дегазации скважинами, пробуренными в плоскости пласта

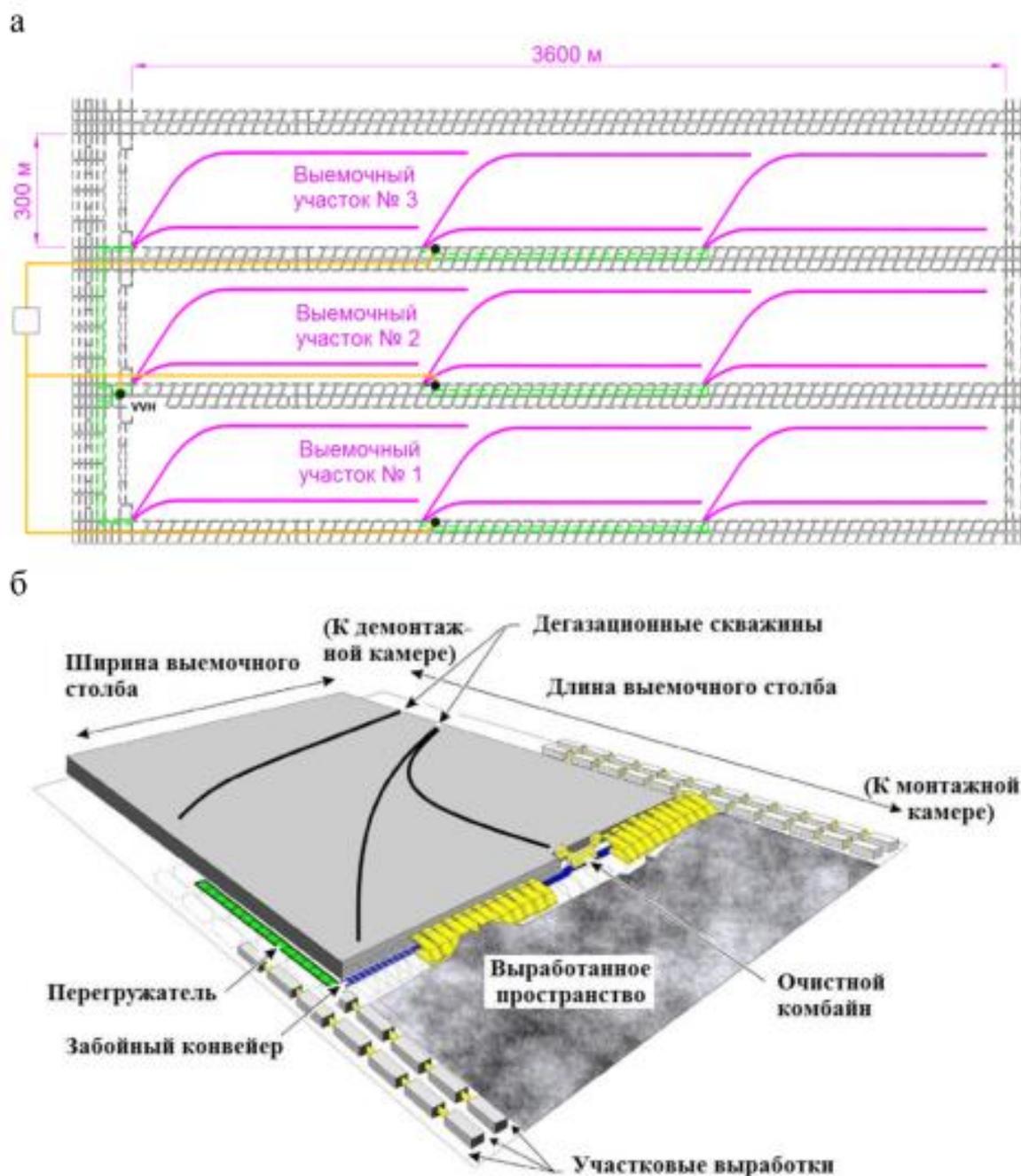


Рисунок 3 – Схемы предварительной дегазации выемочного участка с использованием скважин направленного бурения

Водокольцевые вакуум-насосы следует применять при длине выработанного пространства свыше 600-700 м. При работе водокольцевого вакуум-насоса вода из сливного бака охлажденная и освобожденная от газа вода по трубопроводу поступают в вакуум насос под давлением в 1 атм. Охлаждение воды естественное. Для водокольцевого насоса ВВН-50 используется чистая вода с температурой 10-15 градусов не содержащая механических, солевых и кислотных примесей. Вода из хозяйственных источников привозится автотранспортом по мере необходимости и сливается в бак охладитель.

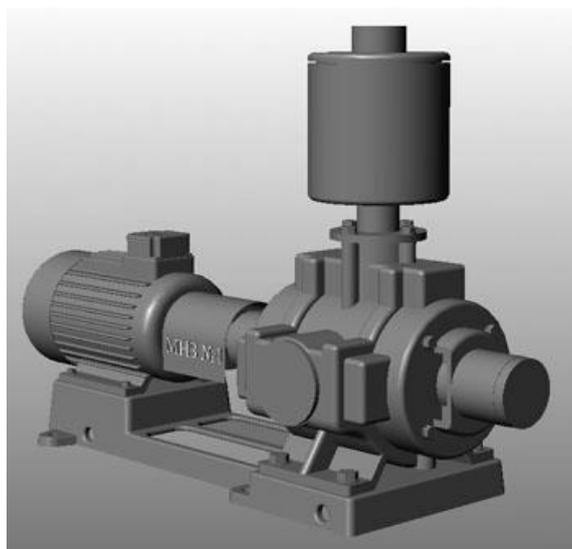


Рисунок 4 – Вакуумнасос ВВН-50

#### *Выводы.*

На шахте имени С.М. Кирова при отработке выемочного участка по пласту «Болдыревский» столбовой системой разработки с полным обрушением пород кровли рекомендуется проводить предварительную дегазацию скважинами, пробуренными из подготовительных выработок. Дегазация при длине выработанного пространства до 600-700 м может производиться за счет общешахтной депрессии, а при большей длине - за счет вакуум-насосной установки, установленной на поверхности у устья флангового наклонного ствола. В качестве вакуум-насосной установки целесообразно применить два параллельных вакуум-насоса типа ВВН-50.

С целью повышения эффективности дегазации рекомендуется применять заблаговременную дегазацию подрабатываемых газоносных угольных пластов. Рекомендуется увеличить срок эксплуатации дегазационных скважин и снижение трудозатрат при подготовке и проведении заблаговременных мероприятий.

#### Библиографический список

1. Крейнин Е.В. Дегазации угольных пластов нужны новые технические решения // Уголь. -2010. №4
2. Кременчуцкий Н.Ф. Метод расчета шахтных дегазационных систем // Известия вузов. Горный журнал. 1991. - №9.
3. Медведев А.К. Дегазация шахт: проблемы и решения // Уголь. 2008. - №8.
4. Колмаков В.А. Метановыделение и борьба с ним в шахтах / В.А. Колмаков. – М.: Недра, 1981. – 134 с.
5. Борzych Д.М. Применение современных методов дегазации при отработке пласта Е-5 в условиях ООО «Шахта «Осинниковская» // Борzych Д.М. [и др.] / Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения: труды Всерос-

сийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых: Сиб. гос. индустр. ун-т ; под общ. ред. М.В. Темлянцева. – Новокузнецк: Изд. центр СибГИУ, 2018. - Вып. 22. - Ч. III. Технические науки. – 392 с., ил.-148 , таб.-33.

6. Борзых Д.М. Разработка технических и технологических решений по совершенствованию дегазации с использованием направленного бурения для условий ООО «Шахта «Усковская» // Борзых Д.М. [и др.] / Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения: труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых: Сиб. гос. индустр. ун-т ; под общ. ред. М.В. Темлянцева. – Новокузнецк: Изд. центр СибГИУ, 2018. - Вып. 22. - Ч. III. Технические науки. – 392 с., ил.-148 , таб.-33.

УДК 622.817

## **РАЗРАБОТКА ТЕХНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПО ПРЕДОТВРАЩЕНИЮ ДИНАМИЧЕСКИХ И ГАЗОДИНАМИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ ПРИ ВЕДЕНИИ ГОРНЫХ РАБОТ В УСЛОВИЯХ ШАХТЫ «ЕСАУЛЬСКАЯ»**

**Дьяченко И.Г., Никитина А.М., Борзых Д.М.**

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

В данной статье рассмотрен метод направленного гидроразрыва как современный метод разупрочнения труднообрушающихся пород кровли. Разработаны технические и технологические решения по предотвращению динамических и газодинамических явлений при ведении горных работ в условиях шахты «Есаульская».

Ключевые слова: труднообрушаемая кровля, горный удар, угольные пласты, динамические явления, газодинамические явления, направленный гидроразрыв.

Доминирующей системой подземной разработки является длинностолбовая с оснащением очистного забоя высокопроизводительным очистным комплексом. Расширение области её применения в последние годы происходит за счет разработки пластов с труднообрушаемыми кровлями, что значительно осложняет ведение очистных работ. Динамические обрушения её осложняют безопасность горных работ, разрушают машины, оборудование и выработки. При выемке угля из пластов, склонных к горным ударам и внезапным выбросам угля и газа, зависание таких кровель увеличивает напряжения в краевой части пласта, чем провоцирует и вызывает динамические и газодинамические явления. Концентрация горного давления на угольный массив в зоне очистного забоя и на сопряжениях его с горными выработками

провоцирует горный удар. В таких условиях целики и охраняемые подготовительные выработки подвергаются действию повышенного опорного давления, что приводит к их разрушению и, соответственно, к нарушению нормального режима работы выемочного участка [1, 3, 5, 6].

Последние крупные аварии под землей в Кузбассе, на шахтах «Тайжина» (2004 г.) и «Ульяновская» (2007 г.) (ОАО ОУК «Южкузбассуголь»), произошли в очистных забоях, использующих самую высокопроизводительную современную технику, обеспечивающую безопасность и комфортность всех технологических операций. Одной из основных причин взрыва метана стало обрушение кровли на значительной площади при отходе лавы, что привело к образованию избыточного вентиляционного давления, выделению метана и угольной пыли в действующие горные выработки.

Существующие методы разупрочнения труднообрушающихся пород, несмотря на опытную длительную проверку, не дают в большинстве случаев положительных результатов, так как они обладают, помимо частных, общими недостатками — неравномерностью и неуправляемостью разупрочнения.

Установлено, что способ разупрочнения труднообрушаемых пород кровли направленным гидроразрывом является достаточно эффективным способом управления кровлей.

Таким образом, применение рационального способа по разупрочнению пород основной кровли в условиях шахты «Есаульская» методом направленного гидроразрыва (НГР) является весьма актуальным.

В качестве объекта исследований представлены: пласт 26а — пологого залегания по падению от 0 до 4 градусов, мощностью — от 1,75 до 2,15 м при средней - 1,91 м. Непосредственная кровля пласта 26а мощностью от 1,1 до 14 м сложенная мелкозернистыми алевролитами со средним пределом прочности на одноосное сжатие до 50 МПа. Основная кровля, которая представлена переслаиванием песчаников мощностью от 8 до 14 м со средним пределом прочности на одноосное сжатие до 105 МПа, а также с крупнозернистыми алевролитами мощностью от 10 до 20 м, со средним пределом прочности на одноосное сжатие до 76 МПа (труднообрушающаяся кровля). Повышенное горное давление, скважины [2].

При ведении горных работ на шахте «Есаульская» применяются следующие меры борьбы с горными ударами:

1. При проведении выработок контроль удароопасности производят путем бурения 2 шпуров в забой выработки.

2. С целью предотвращения горных ударов при проведении подготовительных выработок на шахте в соответствии с "Инструкцией...", предусматривается бурение разгрузочных скважин большого диаметра, пробуренных из забоев подготовительных выработок.

3. При сбойке выработок, перед подходом забоев выработок на расстояние 0,31 к ранее проведенной выработке, забои останавливаются, и производится определение степени удароопасности. В дальнейшем работы по

проведению выработки ведутся одним забоем, а прогноз удароопасности производится через 3 м подвигания забоя.

4. При ведении очистных работ по угольным пластам ниже критической глубины, применяется прогноз удароопасности по выходу буровой мелочи с каждого погонного метра шнура диаметром 43 мм.

5. Прогноз удароопасности в лаве производится в верхней и нижней ее частях на расстоянии 10-15 м от сопряжения подготовительными выработками и в центральной части лавы [2].

С целью повышения эффективности способов по предотвращению динамических и газодинамических явлений при ведении горных работ в условиях шахты «Есаульская» предлагается комплексный метод снижения удароопасности: разгрузка целика одновременно с бурением разгрузочных скважин и для уменьшения степени влияния зависающей консоли труднообрушающейся кровли на целик и очистной забой метод направленного гидроразрыва (рисунок 1) [4].

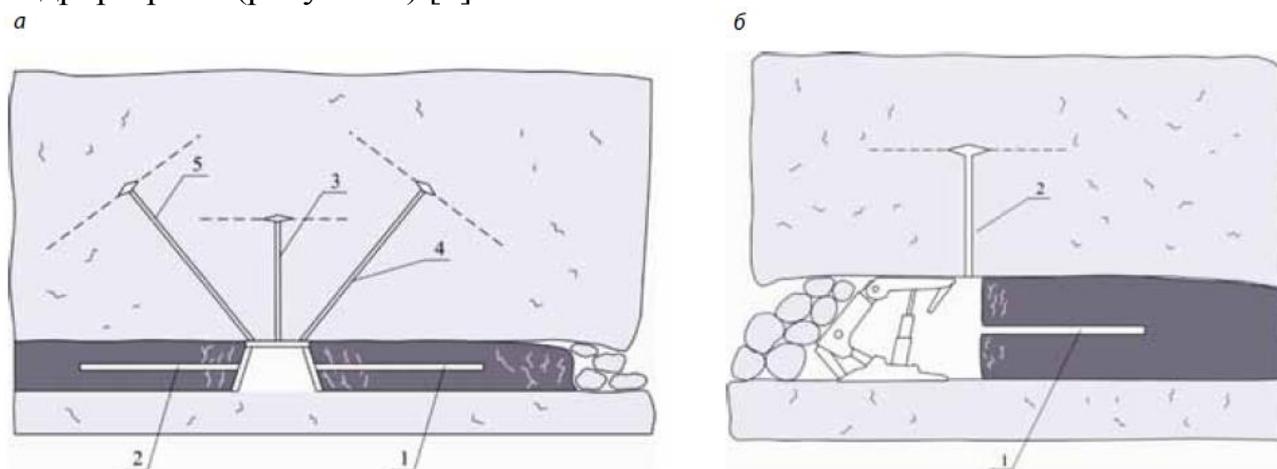


Рисунок 1 – Схема комплексного управления горным давлением: а) в механизированном забое из подготовительного штрека: 1,2 – разгрузочные скважины диаметром 130-150 мм, пробуренные из штрека в целик и выемочный столб; 3,4,5 – скважины для гидроразрыва кровли по слоистости и вкрест простиранья; б – в забое механизированного комплекса: 1 – разгрузочные скважины диаметром 130 -150 мм, пробуренные из штрека в целик и выемочный столб; 3,4,5 –скважины для гидроразрыва кровли [4]

Разупрочнение пород кровли методом направленного гидроразрыва (НГР) осуществляется созданием протяженных искусственных щелей, разделяющих монолитный массив труднообрушающейся кровли на слои с управляемой обрушаемостью. Метод направленного гидроразрыва (НГР) кровли осуществляется как для предварительного разупрочнения кровель, так и для обрушения зависших пород. Предварительное разупрочнение труднообрушающихся пород кровли может быть использовано для снижения первичного и последующих шагов обрушения основной кровли. Для снижения первичного

шага обрушения разупрочнение производится из монтажной камеры до размещения механизированного комплекса. Шаг вторичных осадок уменьшается путем разупрочнения пород кровли из подготовительных выработок вне зоны опорного давления на расстоянии 70-100 м. впереди очистного забоя.

В массиве кровли в стенках восстающих скважин с помощью специального инструмента нарезают иницирующую щель заданной формы и размеров, являющуюся концентратором напряжений. Затем щель герметизируют и в нее нагнетают в режиме гидроразрыва жидкость.

С целью снижения проявлений газодинамических явлений, в условиях шахты «Есаульская» предлагается создавать поинтервальные гидроразрывы угольного пласта в дегазационных скважинах для формирования в пласте протяженных трещин и повышения дебита метана.

Рекомендуются следующие схемы по разупрочнению пород основной кровли направленным гидроразрывом:

- создание ориентированных горизонтальных трещин гидроразрыва, одновременно с отсечными;

- схема заложения скважин в монтажной камере для снижения шага первичной осадки, что позволит создать ориентированные трещины гидроразрыва, одновременно с отсечными, направленными в сторону движения очистного забоя, что в свою очередь позволит создать искусственный блочный массив, своевременно разрушающийся за механизированной крепью;

- схема заложения скважин для снижения интенсивности вторичных осадок основной кровли, а также для сохранения повторно используемых выработок;

- схема для сохранения убывающего целика при въезде лавы в демонтируемую камеру.

Применение предложенных схем НГР на шахте «Есаульская» позволит снизить величину горного давления на угольный массив, образование вывалов, снизится конвергенция бортов выработок, уменьшатся затраты на ремонт секций крепи, что в свою очередь будет способствовать интенсификации горного производства.

#### Библиографический список

1. Клишин В. И. Адаптация механизированных крепей к условиям динамического нагружения. Новосибирск: Наука, 2002. 200 с.
2. Техническая документация шахты «Есаульская».
3. Яковлев Д.В. Исследование периодичности горных ударов /Д.В. Яковлев, Б.Г. Тарасов, С.В. Цирель // Уголь. 2002. № 6, С. 12-17.
4. Комплексный метод снижения удароопасности на угольных шахтах // В. И. Клишин, Г. Ю. Опрук, А.А. Черепов // Уголь. 2018. № 9, С. 56-62. 13. Опыт принудительного обрушения кровли на большой глубине / А.А. Данилов, В.А. Дмитриев, Н.Б. Костецкая // Уголь. - 1987. - №3. –С. 25-26.
5. Найданова А.В. Повышение эффективности дегазации путем увеличе-

ния газоотдачи угольного пласта / А.В. Найданова, С.В. Риб, А.М. Никитина // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения : труды Всероссийской научной конференции 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.

6. Домрачев А.Н. Выбор и обоснование алгоритма моделирования работы длинного очистного забоя с учетом влияния неравномерности метановыделения / А.Н. Домрачев, С.В. Риб, А.М. Никитина // Вестник Сибирского государственного индустриального университета. – 2017. – № 1 (19). - С. 44-45.

УДК 622.817

## **РАЗРАБОТКА ТЕХНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПО ПРЕДОТВРАЩЕНИЮ ГОРНЫХ УДАРОВ НА УГОЛЬНЫХ ШАХТАХ**

**Сорокожердев Е.А., Никитина А.М., Риб С.В.**

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

В данной статье рассмотрен метод направленного гидроразрыва как современный способ борьбы с горным ударом. Разработаны технические и технологические решения по предотвращению горных ударов для условий ОАО «Шахта «Полосухинская».

Ключевые слова: горный удар, угольные пласты, динамические явления, интенсивность.

Неожиданные неуправляемые динамические обрушения основной труднообрушающейся кровли в очистных забоях угольных шахт наносят большой вред - опасны для людей, разрушают механизмы и горные выработки. При выемке угля из пластов, склонных к горным ударам и внезапным выбросам угля и газа, зависание таких кровель увеличивает напряжения в краевой части пласта, чем провоцирует и вызывает динамические и газодинамические явления. Концентрация горного давления на угольный массив в зоне очистного забоя и на сопряжениях его с горными выработками провоцирует горный удар. [1-4].

Ученые считают, что последовательность горных ударов не является чисто случайной и содержит ряд циклов, связанных с естественными и социальными причинами. В работах И.М. Петухова, Д.В. Яковлева, Б.Г. Тарасова и др. [3] отмечается, что распределение горных ударов по годам в первую очередь определяется 22-летним циклом, связанным с солнечной активностью, наибольшее количество ударов наблюдается в начале и в конце нечетных солнечных циклов. Распределение горных ударов в течение недели имеет закономерный характер.

Хорошо показавшие себя в прошлом способы борьбы с горными ударами не способны обеспечить безопасность ведения горных работ. Нормы и требования действующей Инструкции трудно согласовываются с новыми интенсивными высокопроизводительными скоростными технологиями добычи [5, 6].

Для ОАО «Шахта «Полосухинская», разрабатывающей угольные пласты 30, 29а и 26а, отнесённые с глубины 190 метров к угрожаяемым по горным ударам, актуальным является устранение отрицательного влияния горного давления. Таким образом, применение нового способа по разупрочнению пород основной кровли в условиях ОАО «Шахта «Полосухинская» является актуальным.

Проведен анализ основных методов разупрочнения труднообрушающихся пород кровли, таких как передовое торпедирование, гидромикроторпедирование, взрывогидрообработка и другие. Проведен анализ изученности производственного опыта разупрочнения труднообрушаемых пород основной кровли.

Установлено, что способ разупрочнения труднообрушаемых пород кровли направленным гидроразрывом является достаточно эффективным способом управления кровлей, безопасен, не требует значительных материальных затрат.

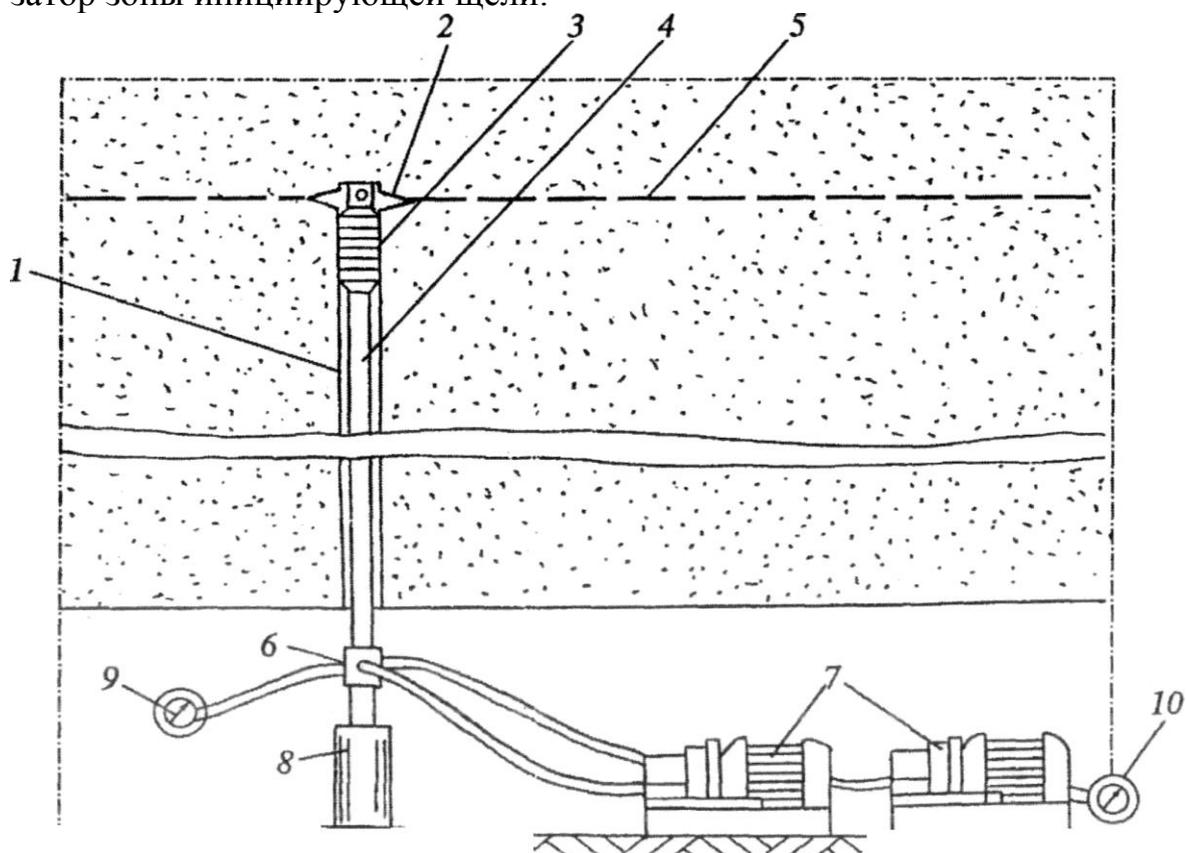
Принцип направленного гидроразрыва (НГР) заключается в следующем: созданием протяженных искусственных щелей, разделяющих монолитный массив труднообрушающейся кровли на слои с управляемой обрушаемостью (рисунок 1).

Метод НГР кровли осуществляется как для предварительного разупрочнения кровель, так и для обрушения зависших пород. Предварительное разупрочнение труднообрушающихся пород кровли может быть использовано для снижения первичного и последующих шагов обрушения основной кровли. Для снижения первичного шага обрушения разупрочнение производится из монтажной камеры до размещения механизированного комплекса. Шаг вторичных осадок уменьшается путем разупрочнения пород кровли из подготовительных выработок вне зоны опорного давления на расстоянии 70-100 м. впереди очистного забоя.

В массиве кровли в стенках восстающих скважин с помощью специального инструмента нарезают иницирующую щель заданной формы и размеров, являющуюся концентратором напряжений. Затем щель герметизируют и в нее нагнетают в режиме гидроразрыва жидкость.

В качестве рабочей жидкости для НГР может служить либо обычная вода, либо эмульсия, используемая в гидросистеме механизированного комплекса. Метод НГР не требует многообразия оборудования, однако для его реализации необходимо, прежде всего, располагать оборудованием для бурения шпуров по прочной породе и прорезания щелей на стенках скважин или шпуров и их герметизации.

К оборудованию общего назначения относятся буровые станки и нагнетательные установки (высоконапорные насосы, маслостанции механизированных комплексов), к специальному – щелеобразователь (инструмент для прорезания инициирующих щелей на стенках скважин) и герметизатор зоны инициирующей щели.



1 - шпур; 2 - инициирующая щель; 3 - герметизирующее устройство (пакер);  
4 -высоконапорная труба; 5 - ориентированная трещина; 6 - коллектор; 7 -  
насосные установки; 8 – гидростойка; 9 - манометр; 10 - расходомер

Рисунок 1 - Схема расположения технологического оборудования

Установлено, что в условиях ОАО «Шахта «Полосухинская» наиболее эффективным методом разупрочнения пород основной кровли является направленный гидроразрыв.

Рекомендуются мероприятия по разупрочнению пород основной кровли направленным гидроразрывом:

- создание ориентированных горизонтальных трещин гидроразрыва, одновременно с отсечными;

- схема заложения скважин в монтажной камере для снижения шага первичной осадки, что позволит создать ориентированные трещины гидроразрыва, одновременно с отсечными, направленными в сторону движения очистного забоя, что в свою очередь позволит создать искусственный блочный массив, своевременно разрушающийся за механизированной крепью;

- схема заложения скважин для снижения интенсивности вторичных осадок основной кровли, а также для сохранения повторно используемых выработок;

- схема для сохранения убывающего целика при въезде лавы в демон- тажную камеру.

Применение предложенных схем НГР на шахте «Полосухинская» поз- волит наиболее эффективно, без зависаний кровли обрабатывать пласты 26а и 30 с увеличением нагрузок на очистной забой, снизить концентрацию горного давления на угольный массив, образование вывалов, снизится конвергенция бортов выработок, уменьшатся затраты на ремонт секций крепи, что в свою очередь будет способствовать интенсификации горного производства.

#### Библиографический список

1. Клишин В. И. Адаптация механизированных крепей к условиям ди- намического нагружения. Новосибирск: Наука, 2002. 200 с.

2. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасно- сти «Правила безопасности в угольных шахтах». Серия 05. Выпуск 40. – Москва: Закрытое акционерное общество «Научно-технический центр ис- следований проблем промышленной безопасности, 2014. – 200 с.

3. Яковлев Д.В. Исследование периодичности горных ударов /Д.В. Яко- влев, Б.Г. Тарасов, С.В. Цирель // Уголь. 2002. № 6, С. 12-17.

4. Комплексный метод снижения удароопасности на угольных шахтах // В. И. Клишин, Г. Ю. Опрук, А.А. Черепов // Уголь. 2018. № 9, С. 56-62. 13. Опыт принудительного обрушения кровли на большой глубине / А.А. Дани- лов, В.А. Дмитриев, Н.Б. Костецкая // Уголь. - 1987. - №3. –С. 25-26.

5. Найданова А.В. Повышение эффективности дегазации путем увели- чения газоотдачи угольного пласта / А.В. Найданова, С.В. Риб, А.М. Ники- тина // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения : труды Всеросий- ской научной конференции 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.

6. Коземаслов В.А. Особенности проведения монтажных камер и про- изводства 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. – Новокуз- нецк : Изд. центр СибГИУ, 2013. – С. 53-54.

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМЫ ПОДЗЕМНОГО СЕЙСМОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА НА ОСНОВЕ СЕЙСМИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ ТИПА GITS**

**Супонин С.В., Никитина А.М.**

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

В данной статье разработаны мероприятия по борьбе с горными ударами в условиях АО «Шахта «Полосухинская». Рекомендуется к использованию система подземного сейсмологического мониторинга на основе сейсмических комплексов типа GITS.

Ключевые слова: горный удар, угольные пласты, динамические явления, интенсивность.

Проявления горных ударов на угольных шахтах заставляют уделять особое внимание этому виду явлений и, в частности, повышению оперативности и достоверности способов их прогноза. Разработка угольных пластов, подверженных геодинамическим явлениям, характеризуется повышенной опасностью. При этом попутно разрушаются горные выработки и их крепь, горнодобывающая техника и оборудование, травмируются люди.

Проблема предотвращения и профилактики горных ударов является в Кузбассе приоритетной. Переход подземных горных работ на новые технологии и глубины, существенно повысил степень геодинамических и рисков, повлиял на саму форму проявления горных ударов, в которой начали преобладать крупные «многоочаговые» зоны удароопасности. Хорошо показавшие себя в прошлом способы борьбы с горными ударами не способны обеспечить безопасность ведения горных работ. Нормы и требования действующей Инструкции трудно согласовываются с новыми интенсивными высокопроизводительными скоростными технологиями добычи [4, 5].

Для повышения эффективности мероприятий по борьбе с горными ударами необходимо разрабатывать и внедрять способы и средства их непрерывного мониторинга, основанные на применении новых информационных технологий получения и обработки информации о состоянии горного массива [1-4, 6].

Согласно приказу № 430 от 25.11.2014 г. «Об утверждении перечня и порядка отработки пластов, отнесенных к угрожаемым по внезапным выбросам и склонным к горным ударам на 2015 год», пласт 26а отнесен к угрожаемым по внезапным выбросам угля и газа с глубины 550 м, пласты 29а и 30 отнесены к угрожаемым по внезапным выбросам угля и газа с глубины 500 м, а с глубины 190 м пласты угля отнесены к угрожаемым по горным ударам, пласт 26а с глубины 450 м отнесен к опасным по горным ударам [1].

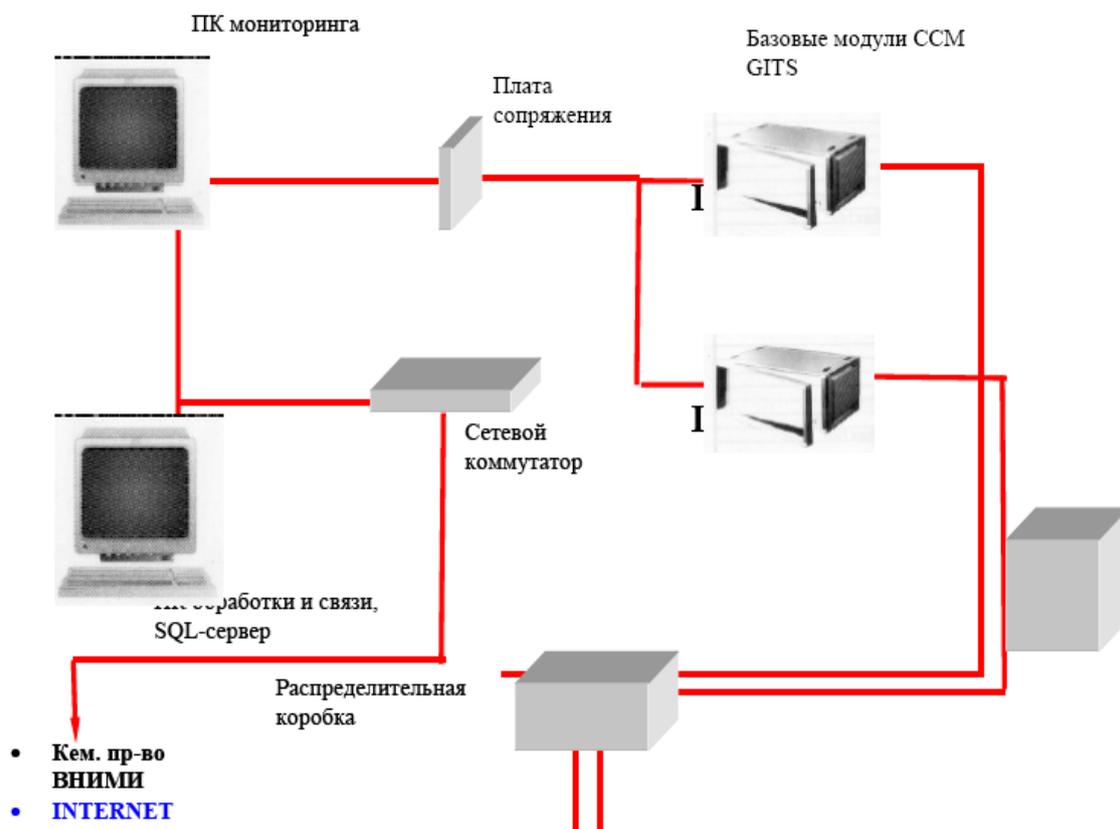


Рисунок 1 - Система сейсмического мониторинга GITS (наземная часть) [4]

Для ОАО «Шахта «Полосухинская», разрабатывающей угольные пласты 30, 29а, 26а отнесённые к угрожаемым по горным ударам, актуальным является устранение отрицательного влияния горного давления. Таким образом, использование системы подземного сейсмологического мониторинга на основе сейсмических комплексов типа GITS в условиях АО «Шахта «Полосухинская» является актуальным.

Проведен анализ изученности производственного опыта использования системы непрерывных инструментальных наблюдений при подземной обработке удароопасных угольных пластов

Установлено, что единственной системой подземного сейсмологического мониторинга, имеющей разрешение Роснадзора на использование в подземных условиях взрывоопасных шахт и лицензию на использование на угольных шахтах РФ является сейсмологический комплекс GITS (разработчик ВНИМИ) [2].

Комплекс сконструирован как система подземного сейсмологического мониторинга (ССМ), обеспечивающая решение задач безопасности горного производства на участках проблемной добычи, связанной с процессами разрушения в пределах шахтного поля (5×5 км). Опыт её эксплуатации получен на угольных шахтах Воркуты и Кузбасса (шахта «Полысаевская»), на геодинамических полигонах Кузбасса (Анжеро-Судженский геодинамический полигон).

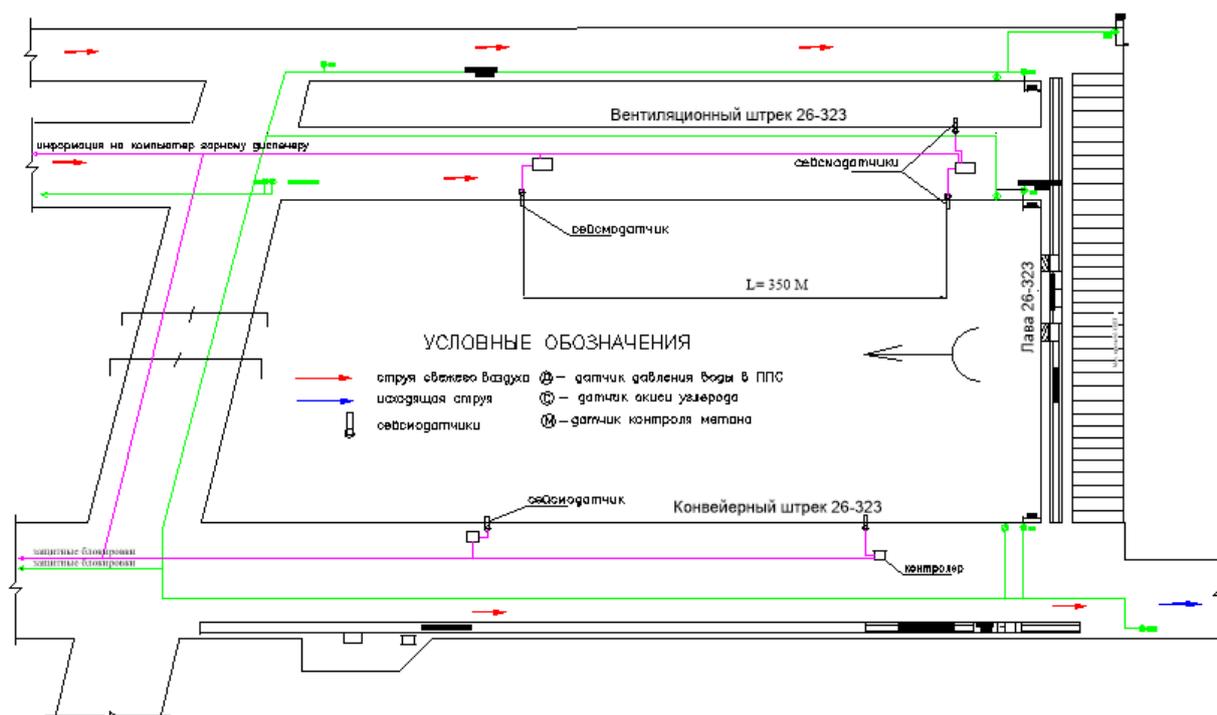


Рисунок 2 - Расположение сейсмодатчиков на выемочном участке 26-323 [1]

Аппаратно-программный комплекс GITS конструктивно состоит из сети сейсмических датчиков, цифровых телеметрических каналов связи, программного комплекса обнаружения и обработки сигналов, SQL-сервера. Энергетический диапазон регистрируемых событий от 100 Дж и выше (зависит от плотности сети датчиков), частотный - от 0,01 до 900 Гц. Интенсивность потока регистрируемых событий до 100 событий в сутки. Базовый комплект телеметрии поддерживает 6 сейсмодатчиков. Необходимое количество комплектов определяется конкретным местом установки системы. Программное обеспечение системы позволяет сконфигурировать до двух базовых комплектов и обеспечить 12 трёхкомпонентных каналов регистрации [4].

Выходной информацией ССМ GITS являются карты сейсмической активности с указанием удароопасных зон (критерии удароопасности устанавливаются и уточняются в процессе эксплуатации системы). Записи сейсмических событий сохраняются в базе данных (SQL) и по мере накопления архивируются. При регистрации сейсмического сигнала подается звуковой сигнал оператору.

Несколько связанных ССМ GITS могут эксплуатироваться в качестве сетевой структуры, связанной общим протоколом обмена информацией средствами SQL-сервера. Увязка по времени - через GPS антенну.

В состав сейсмического комплекса GITS входят (рисунки 1 и 2):

- блоки трехкомпонентных датчиков с предусилителями;
- выносные модули телеметрии (GITS);
- базовые модули телеметрии (GITS);

-компьютер мониторинга.

- компьютер обработки и связи с SQL-сервером. Выносные модули GITS устанавливаются в удаленных от базовых модулей (до 8 км) скважинах. Принимая сигналы от входящих в комплект датчиков (трехкомпонентных пьезоакселерометров), выносные модули через программируемые усилители-фильтры оцифровывают и по последовательному каналу передают их на базовый модуль GITS, обеспечивая скорость передачи до 118 кбит/с.

Установлено, что в условиях АО «Шахта «Полосухинская» наиболее эффективным средством непрерывного мониторинга сейсмических событий, основанном на применении новых информационных технологий получения и обработки информации о состоянии горного массива является GITS.

В качестве основных мероприятий предлагаются следующие решения.

1) Профилактические меры борьбы с горными ударами для приведения выработок и выемочных участков в неудароопасное состояние.

2) Внедрение системы сейсмического мониторинга GITS на действующем выемочном участке 26-323.

Эта система позволит:

- прогнозировать геодинамические явления на участках осуществляемой добычи;

- заранее выявлять опасные зоны на участках планируемого развития горных работ (на основе регистрации сейсмических «откликов» из этих зон на ранее проводившиеся подземные работы);

- регистрировать все случаи динамических проявлений горного давления в недоступных выработках, а также в толще обрабатываемых массивов;

- при расследовании аварий геодинамической природы предоставлять информацию о наличии очагов сейсмических явлений на участке производимых горных работ и возможного их влияния на возникновение аварийной ситуации.

#### Библиографический список

1. Горнотехническая документация АО «Шахта «Полосухинская».
2. Инструкция по безопасному ведению горных работ на шахтах, разрабатывающих угольные пласты, склонные к горным ударам [Электронный ресурс]: федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности. – Электрон. версия. – Санкт-Петербург, ВНИМИ, 2013. Режим доступа: <http://www.vnimi.ru/library.php> (дата обращения: 02.12.2018).
3. Харкевич А.С. Опыт борьбы с удароопасностью угольных пластов в современных условиях и применяемых технологий угледобычи с использованием системы непрерывных инструментальных наблюдений / А.С. Харкевич // Сборник научных трудов ВНИМИ. / Отв. ред. Д.В. Яковлев. – СПб. : ВНИМИ, 2012. – С. 78-96.
4. Система сейсмического мониторинга GITS/ Д.В. Яковлев [и др.] // Сборник научных трудов ВНИМИ. Посвящен 100-летию выдаю-

щегося горного инженера Б.Ф. Братченко / Отв. ред. Д.В. Яковлев. – СПб. : ВНИМИ, 2012. –С. 18-25.

5. 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.

6. Адаптация методов оценки риска обрушения подземных горных выработок к условиям шахт юга Кузбасса [Текст] / А.Н. Домрачев, С.В. Риб, А.М. Никитина // Известия Тульского государственного университета. Науки о земле. – 2016. – № 4. – С. 81–90.

УДК 504.06:622.33

## **К ВОПРОСУ ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ РОССИИ**

**Шарипова Н.В., Никитина А.М.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк, e-mail: nadya\_v2015@mail.ru*

В данной статье определены основные экологические проблемы угольной отрасли и предложены комплексные мероприятия по снижению техногенного воздействия угольных предприятий на окружающую среду.

Ключевые слова: угольная промышленность, окружающая среда, экологические проблемы, мероприятия по охране окружающей среды.

В настоящее время экологическая ситуация в отрасли существенно не изменилась и остается сложной, что свидетельствует об актуальности экологической проблемы угольной промышленности.

Интенсивное развитие промышленности неизбежно приводит к истощению ресурсов природы, загрязнению природной среды, нарушению естественных процессов, что влечет за собой негативные последствия для экологического состояния.

Негативные последствия, связанные с добычей угля:

- при разработке угля происходит откачка карьерных и шахтных вод;
- на поверхность выносятся большое количество пустых пород, что сопровождается выбросами вредных газов и пыли;
- загрязнение водных ресурсов, почвы и атмосферы;
- деформация земной поверхности и углесодержащих пластов [5];
- происходит изменение гидрогеологических, атмосферных и почвен-

ных условий в зонах горных разработок [3, 6];

- образование депрессионных воронок, площадь которых может достигать сотен квадратных километров;
- обмеление или полное исчезновение рек и ручьев;
- затопление или заболачивание отработанных территорий;
- обезвоживание, засоление почвенного слоя, в результате чего наносится вред земельным и водным ресурсам;
- ухудшение состава воздуха, изменение облика поверхности земли.

Еще одним негативным результатом деятельности угольной отрасли является выброс метана - угольными шахтами и разрезами выбрасываются в атмосферу т 1,5 до 2 млрд. м<sup>3</sup> метана.

Метан – газ, способный к возгоранию даже во влажном состоянии, кроме того, это один из ключевых парниковых газов, негативно сказывающийся на климате планеты.

При добыче угля и при его использовании происходит загрязнение воздушной среды газами и твердыми частицами (угольная пыль, зола). Большинство терриконов и породных отвалов горят, увеличивая выброс в атмосферу вредных веществ.

Шахты, дымящиеся породные отвалы, многочисленные котельные, а также промышленные предприятия, на которых уголь используется в качестве топлива, оказывают очень большое влияние на воздушный бассейн не только своего, но и соседних регионов.

Также в настоящее время используется только до 1% отходов, получаемых при добыче и переработке угля. В связи с этим возникает необходимость в осуществлении комплекса мероприятий по охране недр и окружающей среды при разработке угольных месторождений.

На сегодняшний день в стране действует около 70 карьеров и разрезов, более 200 угольных шахт, свыше 70 обогатительных фабрик, и еще 350 других предприятий угледобывающей отрасли. Эти предприятия сконцентрированы в богатых углем бассейнах. Основные угледобывающие регионы – Кузнецкий, Канско-Ачинский, Печорский, Якутский, Ростовский и Подмосковский.

Данные добычи с 1999года по 2017год представлены в таблице 1 [Ошибка! Источник ссылки не найден.]. Начиная с 1999г. в угольной отрасли Российской Федерации очевидна устойчивая динамика роста темпов добычи угля (рисунок 1).

Однако спад производства и кризисная ситуация в экономике привели к тому, что предприятия угольной промышленности не имели возможности устанавливать новые очистные фильтры, а существующие значительно износились.

Также следует учитывать, что воздействие угольной промышленности на экологию, а в особенности загрязнение почв и водных ресурсов, можно рассматривать как процесс кумулятивный. Другими словами, все выбросы прошлых лет никуда не деваются и продолжают служить фактором загряз-

нения окружающей среды. Даже выбросы в воздушную среду следует рассматривать в таком же ключе. Ни газ CO<sub>2</sub>, ни угольная пыль не исчезает без следа. Пыль оседает на грунтах, а газ изменяет общий химический состав атмосферы.

Таблица 1- Добыча угля в Российской Федерации в млн. т

Год добычи	млн. т	Год добычи	млн. т
1999	249,1	2008	329
2000	258,4	2009	302,6
2001	269,3	2010	323,4
2002	255,8	2011	336,7
2003	276,7	2012	354,6
2004	284,4	2013	352,1
2005	299,8	2014	358,2
2006	310	2015	374
2007	314,1	2016	386,9
<b>2017</b>		<b>408,9</b>	

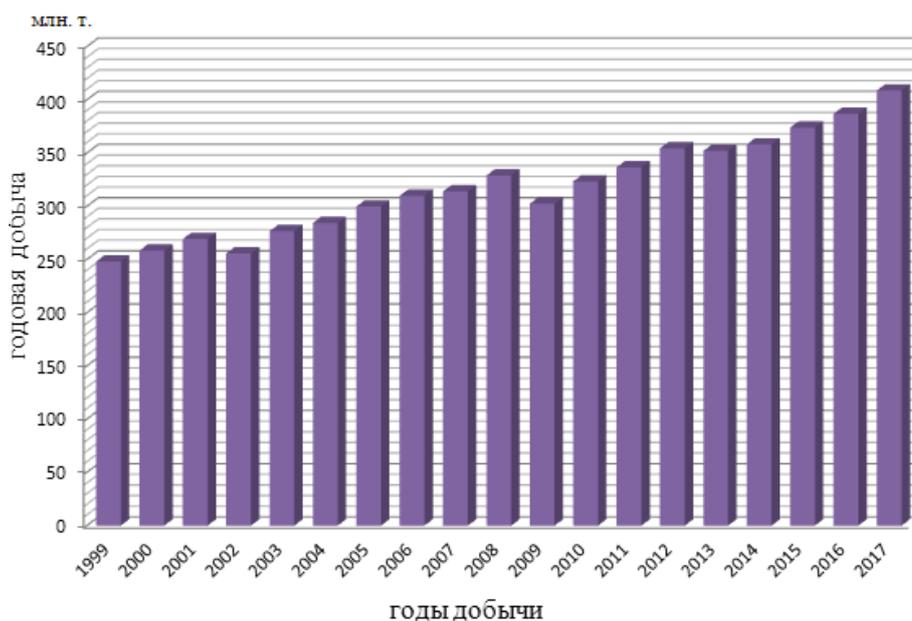


Рисунок 1 – Динамика роста добычи угля

Исходя из вышеизложенного, наиболее эффективными мероприятиями по сокращению выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух следует считать: утилизацию шахтного метана, использование его в качестве тепло- и энергоносителя, внедрение современных методов пылеподавления и ведения взрывных работ, а также совершенствование технологий сжигания углей, использование экологически чистого топлива.

Также необходимо осуществить комплекс мероприятий по охране недр и окружающей среды при разработке угольных месторождений, и они

должны быть направлены на:

- создание и внедрение малоотходных и безотходных технологий добычи и переработки угля;
- рекультивацию земель и их последующее озеленение [4];
- тушение горящих породных отвалов и предупреждение их самовозгорания;
- строительство водоочистных сооружений и систем оборотного водоснабжения;
- оснащение источников промышленных выбросов в атмосферу пыли- и газоулавливающими установками;
- утилизация и использование метана, выделяющегося при добыче угля.

#### Библиографический список

1. ECOLOGY-OF. Влияние горнодобывающей промышленности на экологию. [Электронный источник]: <http://ecology-of.ru/eko-razdel/vliyanie-gornodobyvayushchej-promyshlennosti-na-ekologiyu/>

2. Таразанов И.Г. Итоги работы угольной промышленности России за январь-декабрь 2017 года // Уголь. 2018. №3 (1104). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/itogi-raboty-ugolnoy-promyshlennosti-rossii-za-yanvar-dekabr-2017-goda> [Электронный источник]: <https://cyberleninka.ru/article/n/itogi-raboty-ugolnoy-promyshlennosti-rossii-za-yanvar-dekabr-2017-goda>.

3. Риб С.В. 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.

4. Борзых Д.М. Обоснование технологии вскрышных работ с использованием природного ландшафта при открытой разработке угольного месторождения / Д.М. Борзых, А.М. Никитина // Проблемы геологии и освоения недр : труды XVII Международного симпозиума имени академика М. А. Усова. Т. 2 / Нац. исследоват. Томский политехн. ун-т. – Томск, 2013. – С. 299–300.

5. Риб С.В. 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"/ С.В. Риб, Д.М. Борзых, А.М. Никитина // Вестник Сибирского государственного индустриального университета. – 2013. – № 3 (5). – С. 24–27.

6. Чижик Ю.И. К вопросу об управлении энергией земных недр в горном деле / Чижик Ю.И., Никитина А.М., Риб С.В. // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения Всероссийская научная конференция студентов, аспирантов и молодых ученых. Под общей редакцией. М.В. Темлянцева. 2015. С. 58-60.

## **К ВОПРОСУ О ПРЕДУПРЕЖДЕНИИ ГОРНЫХ УДАРОВ НА ШАХТАХ**

**Куракин П.В.**

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

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

В данной статье рассмотрен метод локального акустического возбуждения горных пород (далее ЛАВОПОР), как современный способ борьбы с горными ударами. На основе метода разработаны технические решения по предупреждению горных ударов для условий АО «ЕВРАЗ-ЗСМК» Шахта «Шерегешская».

Ключевые слова: горный удар, горная порода, динамические явления, интенсивность трещинообразования.

Перед российскими горнодобывающими предприятиями стоят общие проблемы безопасности, характерные для всех стран с развитой горной промышленностью. Прежде всего, это связано с увеличением глубины горных работ и, соответственно, повышением горного давления в массиве горных пород.

Известно, что основной особенностью проявлений горного давления при подземной разработке месторождений полезных ископаемых являются динамические явления в форме горных ударов и внезапных выбросов породы и газа (далее, внезапные выбросы). В горнорудной промышленности - это горно-тектонические удары и собственно горные удары (далее - горные удары), микроудары, толчки, стреляния; внезапные выбросы соли и газа на калийных шахтах.

Шерегешевское месторождение расположено в сейсмически активном районе Алтае-Саянской складчатой области, отличающимся современным тектоническим движением земной коры. Оно находится в зоне влияния Мартайгино-Шорского разлома, который является одним из наиболее опасных в геодинамическом и сейсмическом отношении участков.

В соответствии с «Инструкцией по безопасному ведению горных работ на рудных и нерудных месторождениях, объектах строительства подземных сооружений, склонных и опасных по горным ударам» (РД 06-329-99) [1] Шерегешское месторождение с глубины 600 метров отнесено к склонным по условию удароопасности.

Как показывают исследования, выполненные ВНИМИ, при ведении горных работ на больших глубинах и в сложных горно-геологических и горнотехнических условиях, в качестве одного из наиболее эффективных мероприятий по предупреждению горных ударов могут применяться технологии,

которые используются в нефтяной и газовой промышленности, и позволяют воздействовать на массив горных пород на больших площадях [2].

Идея, физическая сущность и научная новизна технологии ЛАВОПОР защищены авторскими свидетельствами [3, 4].

Технология ЛАВОПОР была испытана в первой половине 1990-х гг. на двух шахтах: «Юр-Шор» и «Воркутинская» ПО «Воркутауголь» при отработке свиты угольных пластов в зонах незащищенных первоочередной под- или надработкой защитных пластов [5]. Так, применение технологии ЛАВОПОР на шахте «Юр-Шор» при отработке пласта «Четвертого» в незащищенной зоне (не надработанной пластом «Тройным» в районе линии бифуркации пласта «Мощного»), позволило повысить эффективность дегазации в 1,5 раза и привести отработываемый пласт в неудароопасное состояние.

Формирование обширных, равномерных и устойчивых зон искусственной трещиноватости способствует снижению концентрации напряжений и ее перераспределению вглубь массива, что приводит к созданию эффекта разгрузки массива на значительных площадях.

Для возбуждения упругих колебаний была разработана конструкция генератора упругих колебаний (ГУК) с заданными параметрами по частоте и глубине настройки, использование которого позволяет достичь полного управления трещинообразованием, вплоть до диспергации горной породы на заданном расстоянии и заданном направлении.

Выполнение этих условий в сочетании с целенаправленным заложением скважин в поле угольной или рудной шахты позволяет за счёт управляемой интерференции упругих волн изменять механические свойства горных пород и возбуждать в нём направленные потоки газа к местам его инженерного извлечения.

Генератор упругих колебаний в технологии ЛАВОПОР - переоборудованные серийные высоконапорные насосные станции УНГ, УНГЛ, УНВ, АНУ-160 и др. Схемы разгрузки массива горных пород из подземных горных выработок по технологии ЛАВОПОР приведены на рисунке 1.

В условиях АО ЕВРАЗ ЗСМК Шахта «Шерегешская» локальный прогноз удароопасности осуществляется с использованием следующих методов:

- по дискованию керна при бурении скважин и количественной оценке выхода выпукло-вогнутых дисков с каждого погонного метра скважины. Прогнозные скважины замерных станций по возможности должны быть ориентированы перпендикулярно действию главных напряжений, либо следует производить бурение веера разнонаправленных прогнозных скважин.

- по вдавливанию пуансона в стенки шпуров и скважин прибором МГД;
- геофизических методов, в том числе электрометрией либо по регистрации параметров процесса акустической эмиссии в высокочастотном диапазоне с помощью аппаратуры СБ-32М (САПФИР);

- методов глубинных и контурных реперов;

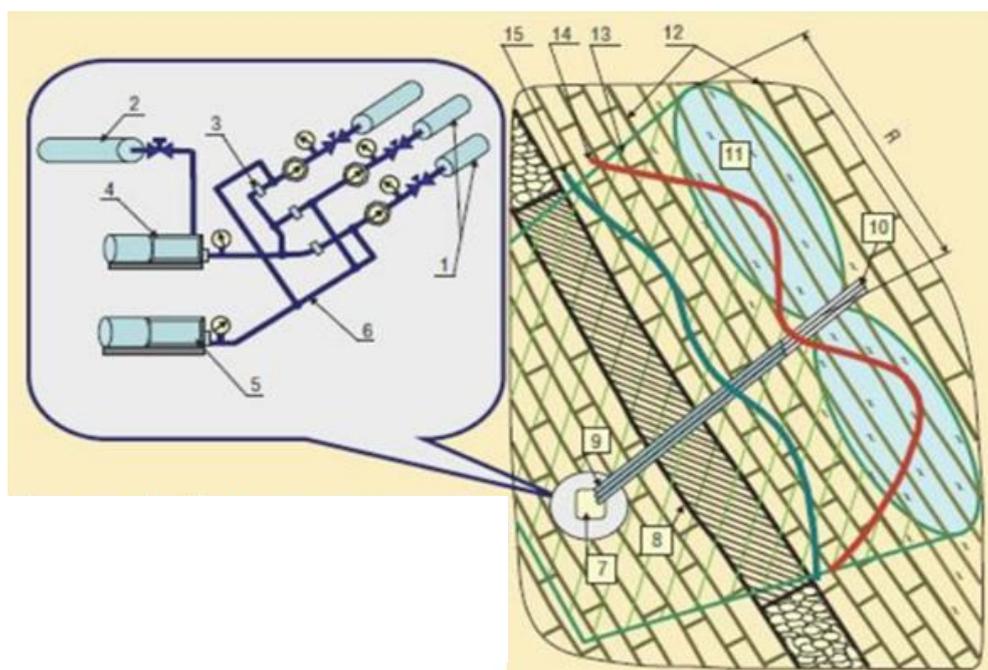
- по визуальной оценке напряжённого состояния, внешним признакам

динамических проявлений и мест разрушения выработок;

- метода регистрации естественного электромагнитного поля Земли.

Однако не всегда имеется возможность применить «классические» мероприятия по разгрузке массива.

В этих условиях технологически и экономически более выгодными являются способы разгрузки массива через скважины, пробуренные из горных выработок, поскольку они не связаны непосредственно с технологией ведения горных работ и не требуют непосредственного нахождения людей в опасных зонах, что способствует снижению производственного риска, повышению технико-экономических показателей работы очистных и подготовительных забоев и шахты (рудника).



1 - обсадные трубы скважин; 2 - пожарно-оросительный трубопровод; 3 - обратный клапан; 4 - нагнетательный агрегат; 5 - генератор упругих колебаний; 6 - гидролинии из высоконапорных труб; 7 - полевой штрек в лежащем боку; 8 - целик рудного тела (угольного пласта); 9 - обсаженный интервал скважин; 10 - не обсаженный интервал скважин; 11 - зона искусственной трещиноватости в кровле рудного тела (угольного пласта); 12 - границы литологического разреза, на который осуществляется воздействие; 13 - зона, разгруженная от опасных напряжений; 14 - эпюра опасных напряжений в целике рудного тела (угольного пласта) до разгрузки; 15 - эпюра напряжений в целике рудного тела (угольного пласта) после разгрузки; R- радиус зоны искусственной трещиноватости

Рисунок 1 – Схема разгрузки целика рудного тела от повышенных напряжений по технологии ЛАВОПОР

Для совершенствования технологии предупреждения горных ударов в условиях АО ЕВРАЗ ЗСМК Шахта «Шерегешская» необходимо разработать конструкцию генератора упругих колебаний (ГУК) с заданными параметра-

ми по частоте и глубине настройки, позволяющую достичь полного управления трещинообразованием, вплоть до диспергации горной породы на заданном расстоянии и заданном направлении.

#### Библиографический список

1. Инструкция по безопасному ведению горных работ на рудных и нерудных месторождениях, объектах строительства подземных сооружений, склонных и опасных по горным ударам, (РД 06-329-99) М., ГП НТЦ по безопасности в промышленности Госгортехнадзора России, 2000 г.
2. Петухов И.М., Ильин А.М., Трубецкой К.Н. Прогноз и предотвращение горных ударов на рудниках. М.: изд. АГН, 1997. - 376 с.: илл.
3. А.с. СССР № 1165801, с приоритетом от 14.04.81 г. «Способ акустического разрыва пласта горной породы «МУРОХ» / Липа В.И. и др./ МГИ.
4. А.с. СССР № 123364 «Способ возбуждения каналовых волн», с приоритетом от 13.01.84 г. / Кульчицкий В.Б. и др. / ВНИИГИС.
5. Верниго В.М., Кульчицкий В.Б. Предупреждение горных ударов и внезапных выбросов в горнодобывающей промышленности [Текст] : информ.-аналит.журн. / Изд.: Научно-производственная компания "Гемос Лимитед"(Москва). ISSN: 1609-9192. Горная Промышленность.-2006.-№ 4, 4-7 с.

УДК 622.235

## ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СЕЙСМИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА ВЗРЫВА

**Бульон И.А.**

**Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Машуков И.В.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк, e-mail: ivannvkz95@yandex.ru*

Сейсмические колебания земной поверхности в результате проведения массовых взрывов оказывают негативное влияние на здания и сооружения. При этом в сложном сейсмическом движении грунта разделяют объемные и поверхностные волны. В данной статье рассмотрены основные зависимости интенсивности, скорости распространения, частоты колебаний, длительности волн от технологических параметров массовых взрывов и горногеологических условий.

Ключевые слова: массовые взрывы, сейсмические колебания, скорость колебаний, продольные, поперечные, поверхностные волны

Возникающие при проведении промышленных взрывов сейсмические колебания подчиняются общим законам, описывающим возникновение и

распространение сейсмических волн в земной коре. Сейсмические колебания земной поверхности при промышленных взрывах в близкой зоне имеют сходство с колебаниями при землетрясениях. В сейсмических колебаниях выделяют продольные, поперечные и поверхностные волны. Параметры их изменяются в зависимости от массы заряда, расстояния до места взрыва, ориентации волнового фронта относительно направления к пункту наблюдения, условий на пути распространения волн. Динамические характеристики сейсмических волн существенно зависят от изменения расстояния от места взрыва. В ближней зоне, определяемой энергией источника колебания, начинается резкое возрастание скорости смещения с последующим быстрым затуханием.

Вблизи источника взрыва, где колебания грунта определяются объемными волнами (продольными и поперечными), характер движения грунта (амплитуда, период колебаний) в большей степени определяются параметрами взрыва и в меньшей - свойствами среды. Объемные волны характеризуются сравнительно высокими частотами (порядка 10...40 Гц) и более сильным по сравнению с поверхностными волнами затуханием.

С удалением от места взрыва, где преобладают поверхностные волны, роль свойств среды и ее строения повышаются. Поверхностная волна, которая характеризуется слабым затуханием с расстоянием, большими амплитудами и низкими (порядка 2...8 Гц) частотами. Поверхностные волны, возникающие при взрывах на карьерах, формируются вследствие взаимодействия продольных и поперечных волн на расстоянии, определяемом в основном глубиной заложения заряда, как в случае заглубленного источника в сейсмологии и сейсморазведке и в результате куполообразного поднятия взрываемого массива в непосредственной близости от места взрыва.

В сложном сейсмическом движении грунта, по предложению акад. М.А. Садовского, выделяется две фазы: предварительная и главная. В предварительной фазе максимальная интенсивность сейсмических колебаний соответствует объемным волнам (главным образом продольными), а в главной - поверхностными.

Характер воздействия сейсмических колебаний на охраняемый объект в значительной мере отличается в ближней и дальней зонах взрыва даже при равенстве скорости смещения грунта в обоих случаях. В ближней зоне взрыва движения грунта отличаются малыми периодами колебаний, общая продолжительность колебаний, как правило, не превышает 0,2...0,5 с. В дальней зоне колебания грунта имеют большие периоды, а общая продолжительность колебаний достигает нескольких секунд. В ближней зоне амплитуда смещения грунта в объемных волнах превышает амплитуду в поверхностных волнах.

В дальней зоне рассматривается сейсмический эффект при взрыве зарядов большой массы на больших расстояниях от охраняемых объектов.

Сейсмическое действие взрыва находится в тесной взаимосвязи с раз-

рушением, дроблением, перемещением окружающих заряд горных пород. Доля энергии, затрачиваемой на возбуждение упругих колебаний, определяется в зависимости от физико-механических свойств пород и колеблется в весьма широких пределах - от десятых долей процента до одного процента общей энергии взрыва.

При описании такого источника лишь с большой степенью приближения можно рассматривать отдельные его модели в приложении к свойствам среды, в которой происходит взрыв. Сейсмический эффект взрыва в большой степени зависит от конструктивных и технологических условий взрыва, от геологического строения массива горных пород и физико-механических свойств пород в месте проведения взрывов.

В случае сложного геологического строения массива, при наличии в глубине разрабатываемого массива слоев и толщ с повышенными акустической жесткостью и скоростью распространения волн могут формироваться отраженные и преломленные волны, определяемые геологическими условиями в глубине и на поверхности массива и соизмеримые по интенсивности с продольной и поперечной волнами.

Энергия сейсмозрывных колебаний распространяется в соответствии с характером геологического залегания, строения и физико-механических свойств горных пород и покрывающих грунтов. В общем случае скорость смещения зависит от акустической жесткости породы при различных значениях приведенного расстояния. Максимальное затухание скорости смещения приурочено к наиболее слабым, нарушенным породам. Высокой сейсмичностью обладают глинистые и обводненные грунты.

При распространении сейсмозрывных колебаний в скальных породах значительное влияние оказывает характер их трещиноватости. Коэффициент затухания зависит как от густоты трещин, так и от степени их раскрытия и свойств заполнителя. Колебания лучше распространяются в направлении, параллельном напластованию. В этом случае интенсивность колебаний в волне в зависимости от строения массива и расстояния в 1,4...3 раза больше по сравнению с интенсивностью колебаний при распространении волны вкрест напластования.

Свойства и строение покрывающей толщи грунтов оказывают существенное влияние на сейсмический эффект взрыва. Рыхлые отложения на скальном основании усиливают сейсмоэффект взрыва, так как они являются слоями пород с пониженной акустической жесткостью и имеют большие по сравнению с массивом продолжительность, скорость смещения и период колебаний. Слой с повышенной жесткостью, расположенный на более слабых породах, является волноводом для сейсмических колебаний. Одним из наиболее важных свойств является акустическая жесткость породы.

К технологическим и конструктивным факторам, влияющим на сейсмический эффект взрыва относятся: общая масса заряда ВВ во взрываемом блоке, линии наименьшего сопротивления, глубина заложения зарядов, кон-

струкция заряда, применение короткозамедленного взрывания, масса ВВ взрываемая в одной ступени замедления, количество и площадь свободных поверхностей, схема инициирования, ориентация взрываемого блока и рядов скважинных зарядов, тип ВВ.

На основании вышеизложенного могут быть сделаны следующие выводы.

1. Существенное влияние на сейсмический эффект взрыва оказывают технологические параметры массовых взрывов: короткозамедленное взрывание (КЗВ), которое обладает преимуществом по сравнению с мгновенным взрыванием, так как дает возможность регулирования дробления, развала пород, направления перемещения взорванной массы.

2. Горно-геологическими условиями, более всего влияющими на сейсмический эффект взрыва, являются: наличие напластования, тектонических нарушений, физико-механические свойства пород, обводненности и свойств грунтов в основании зданий.

УДК 622.235

## **СНИЖЕНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ УДАРНОЙ ВОЗДУШНОЙ ВОЛНЫ ОТ МАССОВЫХ ВЗРЫВОВ НА ЖИЛЫЕ ПОСЁЛКИ**

**Гоголев А.В.**

**Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Машуков И.В.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк, e-mail: psevdonim2010@gmail.com*

В результате проведения массовых взрывов возникает ударная воздушная волна, которая при определенных значениях избыточного давления оказывает негативное воздействие на людей в виде звукового давления и на остекление зданий. Приводятся общие теоретические исследования возникновения ударной воздушной волны, её параметров. Приводятся мероприятия по снижению интенсивности УВВ.

Ключевые слова: массовые взрывы, ударная воздушная волна, фронт волны, допустимое давление, снижение интенсивности УВВ

Энергия взрыва продолжает являться самым востребованным способом разрушения горных пород. Однако, данный метод имеет ряд негативных последствий таких как: выделение ядовитых газов, разлет кусков горной массы, сейсмическое воздействие на здания и сооружения и ударная воздушная волна.

Ударные воздушные волны (УВВ), являясь одним из проявлений взрыва, представляют потенциальную опасность для окружающих сооружений и

людей.

Степень повреждения зависит от интенсивности УВВ. Сильные УВВ, вызывающие разрушение деревянных и кирпичных зданий и сооружений и наносящие повреждения механизмам и оборудованию, реализуются, как правило, в близкой от заряда области. Слабые УВВ (к ним относятся волны, избыточное давление на фронте которых не превышает  $10^5$  Па), ответственные за разрушение остекления и легкие повреждения конструктивных элементов сооружений, реализуются на больших расстояниях от места взрыва.

При взрыве заряда в безграничной воздушной среде происходит быстрое выделение энергии в ограниченном пространстве. Это приводит к местному повышению температуры и давления газообразных продуктов взрыва (ПВ), которые резким ударом сжимают прилегающий к заряду воздух. В результате сжимаемости воздуха и ударного действия расширяющихся ПВ в воздухе возникает ударная воздушная волна. Ударная волна движется за счет кинетической энергии, полученной от ПВ. При движении волны происходит рассеяние энергии и превращение механической энергии в тепловую. Благодаря этому ударная волна постепенно затухает и вырождается в звуковую. На расстоянии 8-15 радиусов заряда давление на фронте УВВ составляет 10...20 МПа, скорость фронта составляет 1400...3100 м/с. На расстоянии около 100 радиусов заряда от центра взрыва скорость фронта приближается к скорости звука.

При взрыве скважинного заряда без забойки продукты взрыва, воздействуя на воздух, вызывают образование первичной ударной волны (предвестника). Вслед за ней происходит истечение ПВ и идет расширение их в атмосферу. Благодаря высокой скорости истечения ПВ догоняют предвестник и сливаются с ним.

При взрыве скважинного заряда с забойкой процесс образования УВВ происходит несколько иначе. В начальной стадии процесса происходит выброс забойки. Так как забойка вылетает с большой скоростью (скорость вылета забойки достигает 100 м/с), то она сама является причиной образования первичной волны-предвестника. Вслед за забойкой вырываются ПВ, которые в процессе расширения нагоняют забойку, скорость разлета которой падает быстрее, чем у ПВ. Наличие забойки уменьшает скорость разлета ПВ и интенсивность УВВ, причем при песчаной забойке на 15...20 %, а при водной забойке – в 2...2,5 раза.

При взрывах скважинных или заглубленных зарядов ударная воздушная волна может вызываться разными источниками в зависимости от глубины заложения заряда. Первичная ударная волна взрыва вызывает движения грунта, которые действуют на воздух как поршень, образуя при этом «наведенную» ударную воздушную волну. Вслед за тем происходит вылет забойки при малой ее длине или вспучивание грунта и образование воронки. Оба эти явления также вызывают образование ударных воздушных волн. Затем следует прорыв газов. При малых глубинах этот источник является основ-

ным при образовании УВВ, однако, с увеличением длины забойки его интенсивность уменьшается и определяющими становятся другие источники УВВ. Так при взрывах заглубленных зарядов на глубинах, оптимальных для образования воронок, имеет место как «наведенная» УВВ, так и УВВ, обусловленная прорывом газов. При камуфлетных взрывах образуется только наведенная УВВ.

Взрывные работы при реконструкции и строительстве предприятий ведутся, как правило, методом шпуровых зарядов и лишь в отдельных случаях используют методы накладных и скважинных зарядов. При взрывах зарядов возникает УВВ, действие которой может представлять опасность для конструктивных элементов окружающих охраняемых объектов, в первую очередь для остекления зданий цехов, диспетчерских пунктов, щитов автоматики и др.

В случае взрыва шпуровых или скважинных зарядов ПВ прорываются через устье выработки и через трещины в разрушаемом массиве. Следовательно, регулируя массу заряда и длину забойки можно управлять интенсивностью УВВ

Наиболее слабым конструктивным элементом сооружений является остекление. При обеспечении сохранности остекления, как правило, гарантируется сохранность и всех других конструкций зданий и сооружений, если речь идет о действии ударной воздушной волны взрыва

Предельно допустимые значения избыточного давления и удельного импульса фазы сжатия в зависимости от степени безопасности и виды повреждения застекления приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Предельно допустимые значения избыточного давления и удельного импульса для остекления

Степень безопасности	Возможные повреждения застекления	Избыточное давление $\Delta P$ , Па	Удельный импульс фазы сжатия $S_+$ , Па·с
1	Отсутствие повреждений	500	2,5
2	Случайные повреждения	1500	4,5
3	Полное разрушение	5000	20,0

Одним из отрицательных факторов, сопутствующих взрывам, является шум, оказывающий неблагоприятное раздражающее действие на человека и животных. Взрывной шум является следствием распространения в воздухе постепенно затухающей ударной воздушной волны взрыва. Однако воздействие взрывного шума следует учитывать при производстве взрывных работ в населенных пунктах, рядом с заповедниками, птицефабриками и другими

объектами.

На основании выполненного анализа установлено, что основными мероприятиями по снижению негативного воздействия ударной воздушной волны от взрыва скважинных зарядов при массовом взрыве являются.

1. Применение забойки и увеличение ее объема в скважине.
2. Уменьшение количества скважин, взрывааемых одновременно.
3. Применение скважин с воздушным промежутком.
4. Применение скважин меньшего диаметра и вместимости.
5. Для наружных зарядов уменьшение интенсивности УВВ при взрывах возможно использование засыпки.

УДК 622.235

## **СРЕДСТВА ИНИЦИИРОВАНИЯ С ЭЛЕКТРОННЫМ ЗАМЕДЛЕНИЕМ**

**Ильина Е.Н.**

**Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Машуков И.В.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк, e-mail: ilyinaekaterina96@mail.ru*

За последнее десятилетие в буровзрывных работах проведена существенная модернизация: разработаны безопасные взрывчатые вещества и новые средства инициирования, получила широкое распространение неэлектрическая система инициирования. Разработаны детонаторы с электронным замедлением, у которых точность срабатывания в десятки раз превышает аналогичный показатель детонаторов с пиротехническим замедлением.

Ключевые слова: массовые взрывы, средства инициирования, капсуль-детонатор, электронное замедление

Анализ современных тенденций в развитии горных работ показывает, что доминирующим методом отделения горной породы от массива при добыче полезных ископаемых открытым способом являются взрывные работы.

При массовых взрывах, как, например, при открытой добыче руды, используются тысячи тонн взрывчатых веществ. Технология и номенклатура взрывчатых веществ, не изменявшаяся многие десятилетия, сейчас переживает активную модернизацию. Соответственно, технология инициирования также не стоит на месте. Вместо огнепроводных шнуров и электрических систем взрывания всё чаще применяются современные электронные системы и неэлектрические системы повышенной безопасности.

На сегодняшний день электронная система взрывания является новой технологической цепью для ведения взрывных работ, обеспечивающей по-

вышение управляемости взрывом, снижение сейсмичности, повышение использования энергии взрыва. Электронная система взрывания позволяет осуществлять контроль и непосредственное взрывание всей сети блока одним человеком.

Вследствие этого следующим логическим шагом по увеличению эффективности взрывных работ после разработки системы неэлектрического взрывания явилось создание системы инициирования нового поколения на основе ударно-волновой трубки и капсуля-детонатора с электронным замедлением.

Электронное инициирующее устройство на основе волновода и капсуля-детонатора с электронным замедлением, внешний вид которого показан на рисунке, используется при взрывных работах на земной поверхности, а также в подземных рудниках и шахтах, не опасных по газу или пыли.



Рисунок 1 - Внешний вид капсуля-детонатора с электронным замедлением в разрезе

Основная задача, которая была решена при разработке данного устройства – это значительное повышение точности срабатывания (до 1 мс) за счёт применения электронных компонентов и современных оригинальных технических решений с сохранением простоты, безопасности, надёжности и удобства в обращении на уровне обычных неэлектрических систем инициирования с пиротехническим замедлением, что обеспечивает безотказное применение в сложнейших горно-геологических условиях и позволяет создавать схемы короткозамедленного взрывания с широкими и высокоточными диапазонами интервалов замедлений.

Основными преимуществами системы ИСКРА-Т являются:

- значительное снижение выход негабарита (уменьшение расходов на вторичное дробление);
- возможность снижения удельного расхода ВВ до 10 %, расширения сетки бурения за счет точности и последовательности срабатывания скважинных зарядов;
- возможность точного инициирования рассредоточенных зарядов;
- значительное снижение сейсмического воздействия, ударной воздушной волны, выброса пыли и газообразных продуктов взрыва;
- уменьшение радиуса разлета кусков взорванной горной массы;

-отсутствие необходимости дополнительного обучения взрывперсонала у потребителей, так как монтаж взрывной сети осуществляется аналогично традиционным пиротехническим системам инициирования.

Технические характеристики устройства показаны в таблице 1.

Таблица 1 - Технические характеристики устройства ИСКРА-Т

Геометрические размеры	гильза диаметром 7,75 мм и длиной 96 мм
Материал гильзы	алюминиевый сплав
Принцип замедления	электронный, программируется при производстве по заявке потребителя
Диапазон времени замедления, мс	от 10 до 2000
Шаг программирования замедления, мс	1
Допустимое отклонение от заданного времени срабатывания, мс	$\pm (0,2\%+0,6 \text{ мс})$
Температура применения	от минус 50 °С до плюс 50 °С
Сохраняет работоспособность	при воздействии температуре плюс $80\pm 5$ °С в теч.12 ч.
Водостойкость	14 суток при давлении 0,2 МПа

В результате проведения опытно-промышленных взрывов на карьере известняков ЗАО «Чернореченский карьер»: блок № 3, горизонт +105 м, блок № 4, горизонт +120 м; в карьере «Борок», ООО «Горно-добывающая компания», блок № 24, горизонт +53 м, был зафиксирован положительный эффект от применения устройств, основанный на встречном инициировании скважинного заряда от двух одновременно срабатывающих промежуточных детонаторов, располагаемых в верхней и нижней частях заряда.

Высокая точность срабатывания устройств позволило свести к минимуму влияние разброса номинального проектного времени замедления на последовательный процесс развития массового взрыва, что привело к наиболее рациональному использованию энергии взрыва и оказало прямое влияние на результаты и экономические показатели взрыва (форма развала взорванной горной массы, оптимальная степень дробления, проработка подошвы уступа, удельный расход ВВ). Одновременно снизилось сейсмическое воздействие взрыва на борт карьера и охраняемые объекты, значительно уменьшился разлёт кусков горных пород.

Изложенное выше дает основания заключить, что применение средств инициирования с электронным замедлением обеспечивает точное срабатывание детонаторов по заданной схеме взрывания, что позволяет: снизить сейсмическое воздействие взрыва на охраняемые объекты; ограничить разлёт отдельных кусков породы в опасных направлениях; улучшить качество дробления; обеспечить управление взрывом и прогнозирование его резуль-

татов; применять любые схемы монтажа взрывной сети в зависимости от условий взрывания; повысить безопасность ведения взрывных работ.

УДК 622.235

## **СРАВНЕНИЕ МЕТОДИК ЗАМЕРА СЕЙСМИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ОТ МАССОВЫХ ВЗРЫВОВ**

**Климкин М.А., Семин А.А., Апёнкин В.Е., Агеев Д.А.**

**Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Машуков И.В.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк, e-mail: ironhamm1996@mail.ru*

Сейсмические колебания земной поверхности в результате проведения массовых взрывов оказывают негативное влияние на здания. В случаях жалоб жителей проводятся измерения фактической скорости колебаний, которая сравнивается с допустимой величиной. Приводятся методики измерений с применением двух видов сейсмоприемников, определена наиболее эффективная и надежная методика с сейсмометром ZET 7156.

Ключевые слова: массовые взрывы, сейсмические колебания, допустимые скорости колебаний, сейсмоприемники, методика измерений

Добыча угля на разрезе АО «Разрез Степановский» ведется при помощи буровзрывного рыхления вмещающих пород с применением массовых взрывов, вследствие которых проявляются негативные факторы, а именно: ударная воздушная волна, разлет кусков породы и сейсмическое воздействие.

Сейсмические колебания земной поверхности в результате проведения массовых взрывов оказывают негативное влияние на здания и сооружения, находящихся в непосредственной близости от места их проведения. Допустимые скорости колебаний грунта в основании охраняемых сооружений определяют по РТМ 36.22.91 [1], в зависимости от класса ответственности зданий по СНиП 2.01.07-85 [2] и группы грунтов [3].

За период с мая по июнь 2018 года проводились замеры сейсмических колебаний земной поверхности от массовых взрывов на предприятии АО «Разрез Степановский». За это время была проведена регистрация 5 массовых взрывов. Расстояние от места взрыва до пункта регистрации находилось в диапазоне от 1297 до 2444 м, масса заряда изменялась от 34277 до 45296 кг. Регистрация во всех взрывах проводилась в пос. Гавриловка по адресу ул. Молодежная, дом 1.

Замеры производились с помощью двух сейсмостанций. Методика регистрации сейсмических колебаний земной поверхности основана на записи аналоговых электрических сигналов сейсмоприемников на персональный компьютер (ПК).

В первой переносной сейсмостанции использовались три сейсмоприёмника СМ-3КВ (два для измерений в горизонтальном направлении, один – в вертикальном), коммутатор, АЦП модели Е-440, кабели к внешнему модулю АЦП и персональному компьютеру. Технические характеристики сейсмоприёмников приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Технические характеристики сейсмоприёмников СМ-3КВ

Наименование	Величина по ТУ
Коэффициент преобразования, В/м/с: рабочей катушки катушки затухания калибровочной катушки	$135 \pm 27,25$ $13 \pm 1,95$ $1,8 \pm 0,36$
Электрическое сопротивление, Ом: рабочей катушки катушки затухания калибровочной катушки	$1600 - 2400$ $35 - 53$ $56 - 84$
Воздушное затухание маятника	0,02
Масса, кг, не более	7,5

Обработка и регистрация сейсмических сигналов осуществляется в программе «L-GRAF». Для обработки кодовых значений цифрового сигнала, записанного в программе "L-GRAF" с АЦП Е-440 в значения скорости смещения грунта и пересчета номера отсчета во временной интервал используется программа "Seismikanaliz" на языке Pascal в среде Delfi. Блок – схема методики регистрации и обработки данных приведена на рисунке 1.

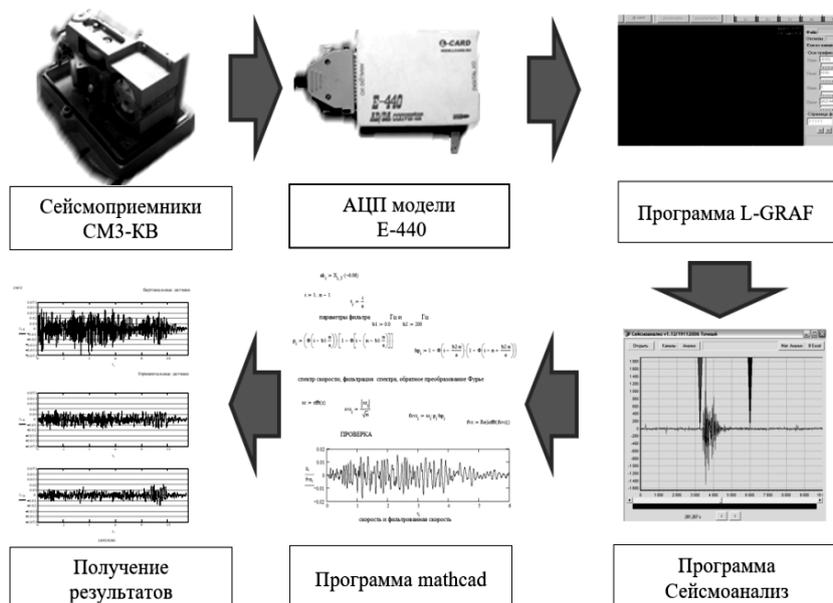


Рисунок 2 – Блок–схема методики регистрации и обработки сейсмических колебаний с применением сейсмоприёмников СМ-3КВ

В мае 2018 года была приобретена переносная сейсмостанция с цифровым виброметром ZET 7156 и интеллектуальным преобразователем ZET 7434. Регистрация сейсмических колебаний земной поверхности основана на записи цифровых данных на персональный компьютер (ПК). Технические характеристики виброметра интеллектуального цифрового ZET 7156 приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Технические характеристики виброметра интеллектуального цифрового ZET 7156

Наименование	Величина по ТУ
Измеряемая физическая величина	виброскорость
Количество осей	3 (X, Y, Z)
Частотный диапазон чувствительного элемента	от 0,3 до 500 Гц
Выдаваемые значения	мгновенные
Диапазон измерений	от 0,0005 до 500 мм/с
Частота оцифровки данных	50, 100, 200, 500, 1000 Гц
Интерфейс передачи данных	CAN 2.0
Скорость обмена	100, 300, 1000 кбит/с
Габаритные размеры	140×50×24 мм
Масса	500 г

Блок – схема методики регистрации и обработки сейсмических колебаний с применением цифрового сейсмометра ZET 7156 приведена на рисунке 2.

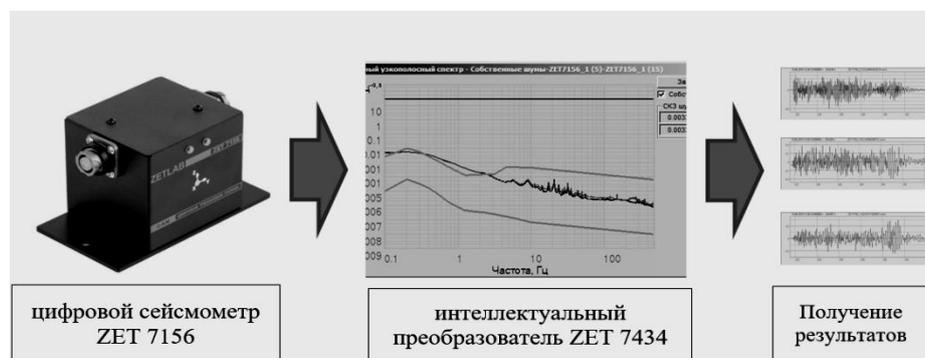


Рисунок 2 – Блок – схема методики регистрации сейсмических колебаний с применением цифрового сейсмометра ZET 7156

Величина максимальной скорости сейсмических колебаний земной поверхности по двум методикам, масса ВВ во взрыве, расстояние от взрыва до пункта регистрации представлены в таблице 3.

Величина скорости сейсмических колебаний по трем направлениям по двум методикам почти совпадает и отличается незначительно, Максимальное отклонение из пятнадцати измерений достигает 0,04 мм/с.

Таблица 3 – Результаты измерения сейсмических колебаний земной поверхности по двум методикам

Дата регистрации	Масса ВВ, кг	Расстояние, м	Скорости колебаний, см/с по трем направлениям (Z, X, Y)	
			Показатели СМ-ЗКВ	Показатели ZET 7156
09.06.2018 г. Блок № 691	369 01	1422	Верт: 0,049 Гор: 0,040 Гор: 0,050	Верт: 0,047 Гор: 0,044 Гор: 0,052
14.06.2018 г. Блок № 692	261 40	2444	Верт: 0,017 Гор: 0,014 Гор: 0,012	Верт: 0,018 Гор: 0,014 Гор: 0,012
14.06.2018 г. Блок № 693	342 27	1669	Верт: 0,020 Гор: 0,014 Гор: 0,010	Верт: 0,022 Гор: 0,016 Гор: 0,011
15.06.2018 г. Блок № 694	443 68	1339	Верт: 0,052 Гор: 0,036 Гор: 0,040	Верт: 0,052 Гор: 0,037 Гор: 0,042
19.06.2018 г. Блок № 695	452 96	1297	Верт: 0,051 Гор: 0,018 Гор: 0,026	Верт: 0,050 Гор: 0,020 Гор: 0,029

На рисунке 4 представлен пример сейсмограмм скорости сейсмических колебаний поверхности от массового взрыва 19.06.2018 блока № 695 на участке АО «Разрез «Степановский» по двум методикам в пункте регистрации пос. Гавриловка, ул. Молодежная 1.

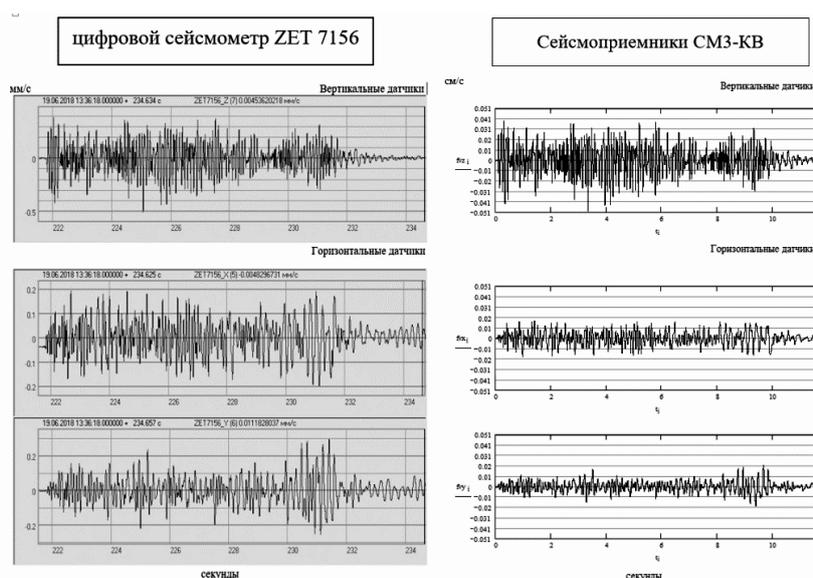


Рисунок 4 – Сейсмограммы скорости сейсмических колебаний земной поверхности от массового взрыва 19.06.2018 г.

По этим графикам видно, что качественная характеристика сейсмограмм идентичная, изменение амплитуды скорости колебаний синхронизированы по времени и длительность сигнала составляет 10 с.

Из этого следует, что измерения по двум методикам достоверны и они могут применяться для оценки уровня сейсмических колебаний поверхности от массовых взрывов.

На основе полученных данных был построен график максимальных скоростей колебаний земной поверхности по двум методикам (рисунок 5).

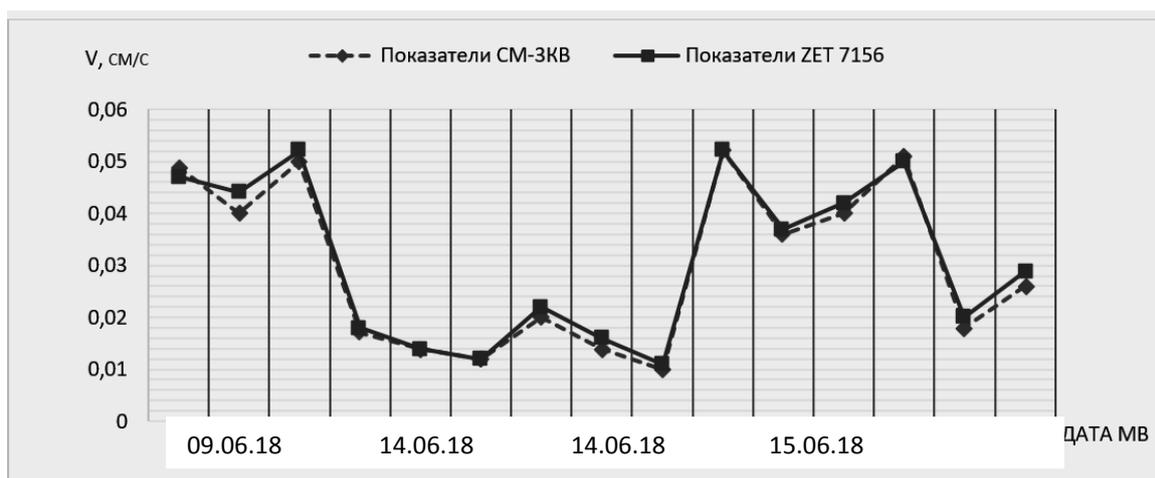


Рисунок 5 – График максимальных скоростей сейсмических колебаний

#### *Выводы.*

1. Проанализировав результаты замеров по двум сейсмостанциям можно сделать вывод, что методики работают идентично с погрешностью не более 0,004 см/с.

2. Для выполнения измерений сейсмических колебаний сейсмоприемниками SM-3KB требуется иметь комплект из трех датчиков – двух горизонтальных и одного вертикального. Комплект датчиков имеет значительную массу и составляет 22,5 кг. Перед измерениями выполняется юстировка сейсмоприемников, которая составляет 30...40 мин.

3. Цифровой сейсмометр ZET 7156 не требует настройки перед измерениями, прост в использовании, имеет компактные размеры, вес датчика составляет всего 0,5 кг и один датчик выполняет замеры по трем осям. По всем этим факторам более предпочтительной признана методика измерений с применением сейсмометра ZET 7156.

#### Библиографический список

1. Определение критических параметров колебаний охраняемых объектов при взрывном дроблении фундаментов и обрушении зданий при реконструкции. РТМ 36.22.91 / Сост. Л.М. Глозман, Н.А. Маковская, В.О. Изофов и др. [Текст]. - М.: Недра, 1982.

2. СНиП 2.01.07-85. Нагрузки и воздействия.

3. ГОСТ 25100-95. Грунты. Классификация.

## ДЕГАЗАЦИОННАЯ ПОДГОТОВКА УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ НА БАЗЕ ОЦЕНКИ ИЗВЛЕКАЕМОСТИ МЕТАНА

Елкина Д.И.

Научный руководитель: Ларин М.К.

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк*

Высокая газоносность угольных пластов является сдерживающим фактором при обеспечении высокого уровня добычи. Мероприятия по дегазации угольных пластов зачастую оказываются малоэффективными ввиду сложности прогноза дебита дегазационных скважин. Предложен подход к оценке дебита дегазационных скважин, пробуренных с поверхности в угле вмещающую толщу. Подход основан на расчете изменения объемных деформаций и коэффициента проницаемости подработанного угле вмещающего массива с помощью численного моделирования.

Ключевые слова: дегазация, угольный пласт, метан, коэффициент проницаемости.

Увеличение объемов добычи угля подземным способом влечет за собой необходимость отработки более глубоких запасов, для которых характерно высокое метаносодержание (рисунок 1).

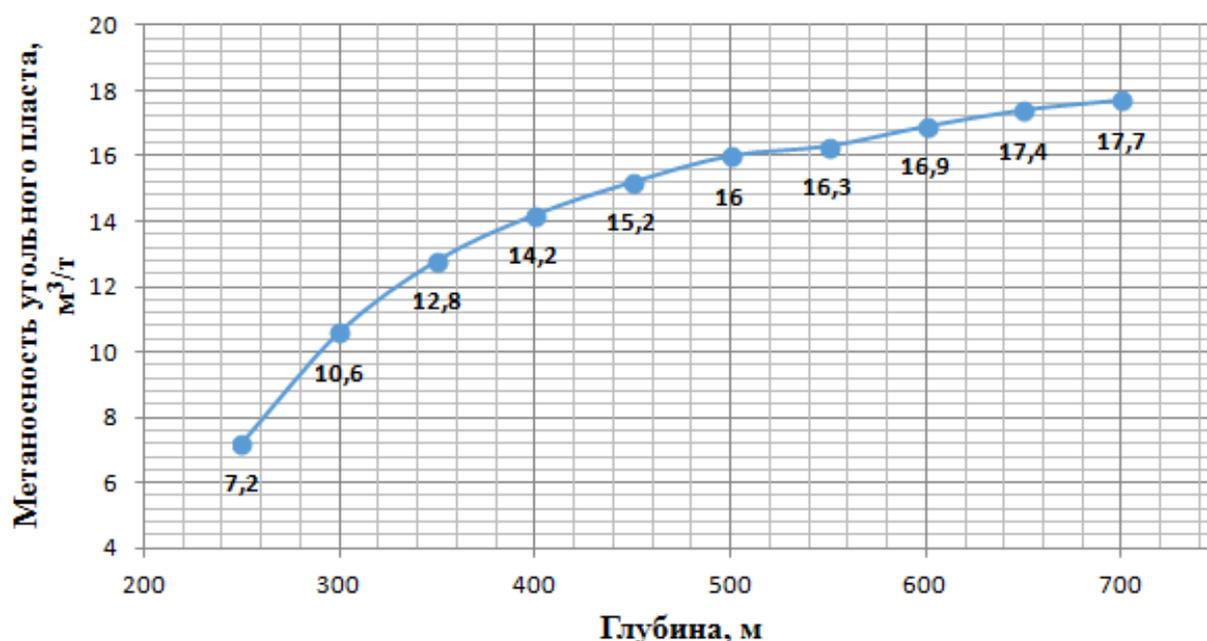


Рисунок 1 – Увеличение метаносодержания в угольных пластах с ростом глубины (обобщенный график для условий Кузнецкого бассейна)

Это снижает безопасность отработки по газовому фактору и приводит к увеличению выбросов вредных газов в атмосферу.

Для предприятий Кузнецкого угольного бассейна вопросы повышения эффективности и безопасности отработки стоят наиболее остро. Анализ деятельности угледобывающих предприятий показывает формирование тенденции к увеличению концентрации горных работ. На шахтах используется современное очистное оборудование, позволяющее достигать высоких нагрузок на забой, но при увеличении глубины горных работ основным фактором, сдерживающим высокоинтенсивную отработку запасов, становится «газовый».

Одним из наиболее изменчивых и сложно прогнозируемых параметров при дегазации угленосной толщи является дебит скважины. Его прогноз основывается на результатах экспериментальных работ на смежном участке и (или) на анализе опыта разработки угольных месторождений со сходными геолого-геологическими характеристиками. Это затрудняет проектирование эффективных дегазационных технологий, в особенности в условиях изменения газодинамических характеристик углевлещающего массива в результате его подработки.

В настоящее время практически на всех предприятиях, проводится комплексная дегазация углевлещающей толщи. Технологическая схема включает в себя предварительную дегазацию отрабатываемого пласта пластовыми скважинами, дегазацию выработанного пространства скважинами, пробуренными с поверхности, дегазацию выработанного пространства скважинами с непогашаемой за лавой выработки и отвод метановоздушной смеси через целик из «кутка» лавы.

Анализ работы пластовых скважин [1] показал, что их дебиты невысоки, но общий объем метана, извлекаемого ими, довольно значителен, так как период их работы составляет до 2 лет. Основным достоинством пластовой опережающей дегазации является высокое содержание метана в каптируемой смеси (до 90%). Суммарный дебит одной скважины в среднем составляет от 5 000 м<sup>3</sup> до 25 000 м<sup>3</sup>, время работы от 120 до 600 суток. Скорость извлечения метана из неразгруженного от горного давления пласта составляет порядка 15% в год. На долю пластовой дегазации приходится до 7-8% метана, содержащегося в свите, и до 25% от общего объема, извлеченного различными способами дегазации.

Для скважин с поверхности характерно довольно быстрое «затухание» скорости истечения метана. Усредненные зависимости снижения дебита могут иметь как линейный, так и логарифмический вид. Дебиты скважин до подработки составляют менее 0,001 м<sup>3</sup>/мин. После подработки (при отходе лавы на 10-50 м – от суток до 3 суток) в скважины начинает фильтроваться метан. Концентрация метановоздушной смеси изменяется от 10% до 80%, а дебиты метана от 1 до 35 м<sup>3</sup>/мин. Суммарный объем извлеченного одной скважиной метана составляет от 350 тыс. м<sup>3</sup> до 4,5 млн. м<sup>3</sup>.

В проектно-нормативной документации [2] по проектированию вентиляции и дегазации на выемочных участках используется понятие «зона фильтрации» и приводятся зависимости коэффициента дегазации от размеров зоны фильтрации и расстояния между скважинами. В инструкции по дегазации приводятся основные схемы бурения скважин и параметры эффективности приведенных схем. Данные параметры могут отличаться от реально имеющих на производстве в разы, причем как в большую, так и в меньшую сторону. В первую очередь это касается коэффициента эффективности и необходимого времени на дегазацию. Использование инструкции для расчета параметров технологических схем дегазации при их проектировании весьма затруднительно, ввиду отсутствия в расчетных формулах газодинамических характеристик, сильно меняющихся в условиях подработки или надработки угленосной толщи. При этом данные характеристики (пористость, проницаемость массива, удельная фильтрация) и их изменение при разгрузке массива горных пород являются определяющими при расчете дебита скважин.

Обобщенным параметром, наиболее полно характеризующим пористость или проницаемость горных пород, является объемная деформация.

Расчеты НДС проводились в постановке плоско-деформированного напряженного состояния для различных сечений по длине очистного забоя с учетом веса пород. При моделировании варьировался пролет выработанного пространства, мощность и деформационные характеристики обрушенных пород, а также глубина залегания пластов. Анализ результатов численного моделирования позволил предложить зависимость изменения объемной деформации в характерных зонах массива от глубины ведения горных работ и пролета выработанного пространства (ВП) (рисунок 2). Полученные зависимости позволили обосновать параметры дегазационных скважин.

Основными зависимостями для расчета дебита скважин являются два частных случая закона Дарси – для площадной фильтрации (1) и фильтрации в скважину (2) [3]:

$$I = k \cdot F \cdot \frac{\Delta P}{L \eta} \quad (1)$$

где  $K$  – проницаемость коллектора, Дарси;

$F$  – площадь фильтрации (свободной поверхности);

$\Delta P$  – разность давлений на пути фильтрации газа, Па;

$L$  – путь (расстояние) фильтрации газа, м;

$\eta$  – динамическая вязкость метана, Пуаз.

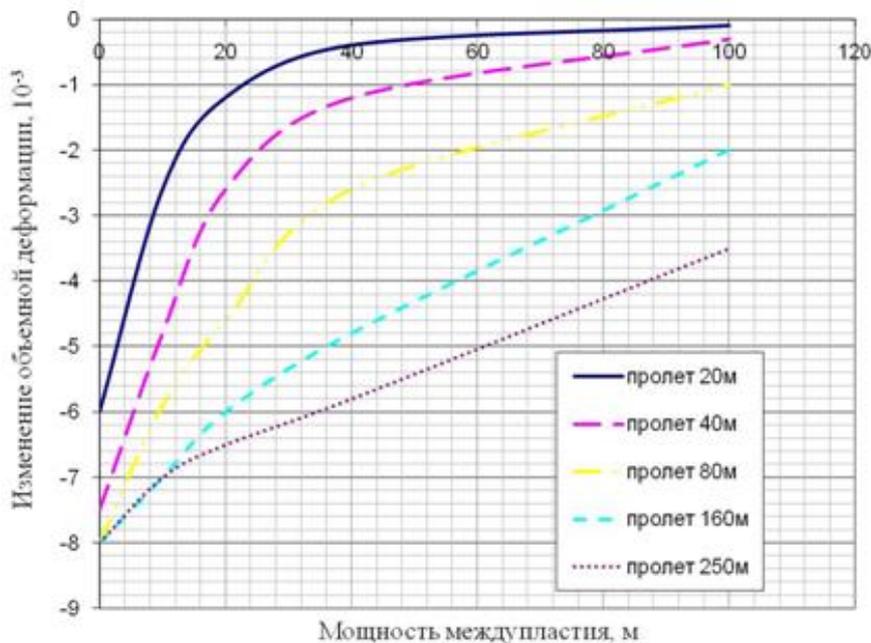


Рисунок 2 – Изменение объемной деформации от величины пролета выработанного пространства

$$I = \frac{2\pi r h k_{np} (P_C - P_K)}{\eta \ln \frac{r_K}{r_C}} \quad (2)$$

где  $(P_C - P_K)$  – разность давлений на поверхности скважины и поверхности фильтрующего контура;

$r_C$  и  $r_K$  – радиусы скважины и фильтрующего контура соответственно;

– площадь фильтрующей поверхности скважины.

Главным параметром, требующим обоснования в приведенных зависимостях, является проницаемость фильтрующей среды (зависящих пород, поверхности угольного пласта, обрушенных пород в ВП). Поскольку данный параметр существенно зависит от напряженно-деформированного состояния (НДС) фильтрующей среды и ее состояния (обрушенные породы или зависающие), то, соответственно, его надо определять для выделенных характерных зон в соответствии с установленными в результате моделирования зависимостями. Полученная зависимость имеет вид:

$$K_{cp} = K_0^{cp} + 104 \cdot 10^{-3} \cdot E \cdot \Delta\Theta (3 - 6\mu) \quad (3)$$

где  $K_{cp}$  – средняя проницаемость рассматриваемого участка массива, Дарси;

$K_0^{cp}$  – проницаемость пород в разгруженном состоянии, Дарси;

$E$  – модуль деформаций пород,

МПа;  $\eta$  – коэффициент Пуассона;

– приращение объемной деформации в рассматриваемой зоне.

Этапы деформирования и сдвига подработанного массива могут быть схематизированы в рамках модели, представленной на рисунке 3.

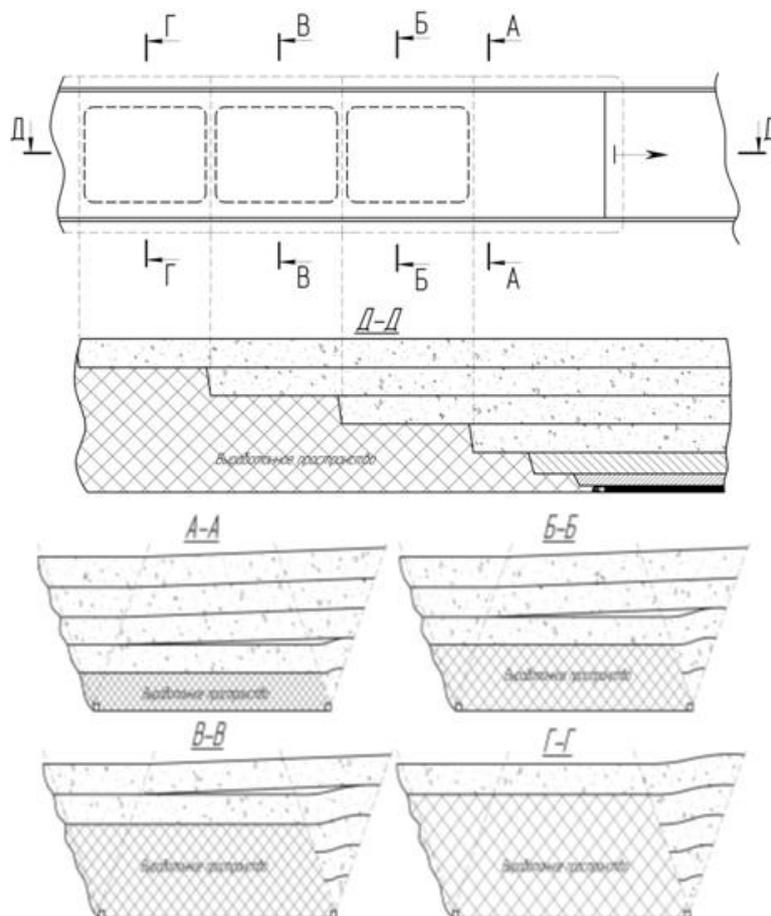


Рисунок 3 – Схема обрушения налегающих слоев в выработанном пространстве

В основу рассматриваемой модели положены классические представления о сдвиганиях подработанного слоистого массива горных пород. В рамках общепринятой теории считается, что после прохода длинного очистного забоя породы непосредственной кровли (НК) пласта обрушаются с коэффициентом разрыхления 1,1-1,35. При отходе лавы на величину шага обрушения основной кровли (ОК) происходит ее обрушение крупными блоками (коэффициент разрыхления 1,05-1,1). Вышележащие породы «зависают» в выработанном пространстве в течение определенного времени и затем обрушаются (или «плавно опускаются»), пригружая своим весом породы почвы отработанного пласта. Вышележащие породы, соответственно, обрушаются более крупными блоками с меньшим коэффициентом разрыхления. Но даже при плавном опускании мощных слоев их трещиноватость значительно увеличивается. Вертикальная скорость обрушения подработанных слоев составляет 50-100 м/мес, то есть осадочная толща мощностью более 100 м (за исключением пород НК и ОК) находится в «зависшем» состоянии более 1-2 месяцев. Это, в свою очередь, определяет время фильтрации (с постоянными

параметрами проницаемости среды) комплекса обрушенных пород НК и ОК и упруго деформируемых (разгруженных от горного давления) пород почвы и кровли пласта.

Таким образом, для каждой характерной зоны (места расположения скважин) предлагается следующая методика для расчета дебита скважин при их расположении в зоне подработки (надработки). Для первой характерной зоны (рисунок 3, разрез А-А) по длине выемочного столба производятся следующие расчеты:

- по результатам оценки НДС получают значения объемных деформаций по характерным зонам: в центре ВП на уровне залегания подработанных и надработанных пластов и в краевых частях массива;

- оценивается проницаемость характерных зон массива в функции их объемных деформаций по зависимости 3;

- оцениваются дебиты метанозаборных полостей с учетом площади фильтрующей поверхности, проницаемости среды, пути фильтрации и внутрипластовому давлению газа;

- по структуре подработанного МГП оцениваются мощности монолитных пачек и оценивается время их устойчивого состояния;

- с учетом времени устойчивого состояния системы (в функции мощности и физико-механических свойств «монолитных слоев») оценивается снижение дебита метана во времени и рассчитывается количество метана, каптируемого метанозаборными полостями;

- оценивается остаточное количество метана в соответствующих пластах и вмещающих породах (обрушенных и устойчивых) – корректируется внутрипластовое давление для всех пластов;

- оцениваются мощности обрушенных пород, коэффициент их разрыхления в зависимости от литологического состава и оценивается их трещинная пустотность и проницаемость.

Все перечисленные расчеты повторяются после обрушения первого монолитного пакета пород (рисунок 3, разрез Б-Б).

Разработанная методика позволяет рассчитать фильтрационные характеристики подработанных и надработанных слоев угле вмещающего МГП при вариации расстояния до обрабатываемого пласта, оценивать их изменение во времени с учетом уплотнения обрушенных слоев и развития зон трещиноватости при сдвигении подработанного массива.

#### Библиографический список

1. Лейсле А.В. Анализ опыта дегазации выемочных участков, обрабатывающих высокогазоносные пласты Кузнецкого бассейна // Вестник ПНИПУ Геология. Нефтегазовое дело. Выпуск №2. ПНИПУ. Пермь. 2012 г. с. 115-120.

2. Инструкция по дегазации угольных шахт, утвержденная приказом Ростехнадзора от 01.12.2011 N 679 (ред. от 20.05.2015) (Зарегистрировано в

Минюсте России 29.12.2011 № 22811).

3. Пучков Л.А. Извлечение метана из угольных пластов / Л.А. Пучков, С.В. Сластунов, К.С. Коликов. – М., МГГУ, 2002. – 383с.

УДК 622

## **АКТУАЛЬНОСТЬ ИНТЕГРАЦИИ МОНОРЕЛЬСОВОГО ТРАНСПОРТА В СУЩЕСТВУЮЩИЕ И ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СХЕМЫ ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ ВЫРАБОТОК В УСЛОВИЯХ ДЕЙСТВУЮЩИХ ШАХТ**

**Денисов М.А.**

**Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Коряга М.Г.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк, e-mail:denisov.m.a95@gmail.com*

В данной статье рассмотрен вопрос совершенствования вспомогательного транспорта в условиях шахты «Осинниковская». Разработана новая схема вспомогательного транспорта с учетом всех недочетов существующей схемы.

Ключевые слова: вспомогательный транспорт, доставка, горные выработки, подвесная монорельсовая дорога.

Вспомогательный шахтный транспорт является неотъемлемой частью современного горного предприятия. Транспортировка грузов по горным выработкам важна так же, как транспортировка горной массы с очистного участка на угольный склад. Рассмотрение вспомогательного шахтного транспорта на одной из старейших шахт Кемеровской области, а именно шахте «Осинниковская», показало возможность эффективной модернизации на основе современных технических решений.

В настоящее время увеличение темпов подготовки и отработки запасов угля обуславливают необходимость наращивания объемов доставки материалов, грузоподъемности средств доставки и повышения уровня механизации вспомогательного транспорта на шахтах современного технического уровня, так как вспомогательный транспорт является незаменимым звеном в производственном процессе добычи угля [1].

Так на шахте «Осинниковская», исходя из многих факторов, для подготовки и отработки запасов, доставка материалов, оборудования и людей осуществляется при помощи рельсового транспорта с использованием электровозов типа АМ-8Д и 2АМ-8Д и вагонеток типа ПС-3,5; ВГ-3,3; ВЛ-900, ВЛ-18.

Применяемая схема транспортировки грузов вспомогательным транспортом на примере шахты «Осинниковская» в блоке №4 на пласте Е-5 до получателя приведена на рисунке 1.

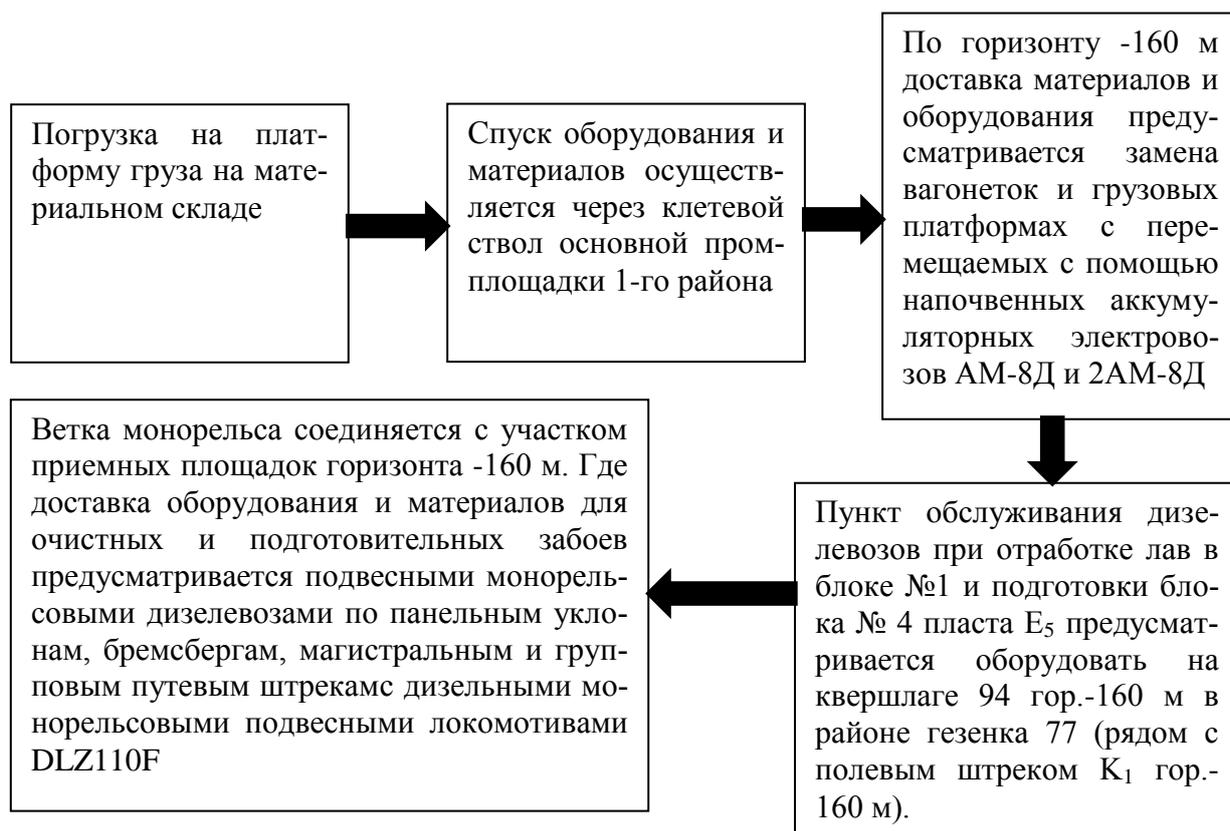


Рисунок 1 – Действующая технологическая схема вспомогательного транспорта на ООО «Шахта «Осинниковская»

Действующая технологическая схема вспомогательного транспорта на шахте «Осинниковская» является небезопасной, многоступенчатой и сложной. Для повышения эффективности схемы вспомогательного транспорта, удешевления и упрощения процесса ее обслуживания, предлагается осуществить переход на одноступенчатую схему.

Рекомендованный способ транспортирования грузов вспомогательным транспортом на шахте «Осинниковская» в блоке №4 на пласте Е-5 до места разгрузки представлен на рисунке 2.

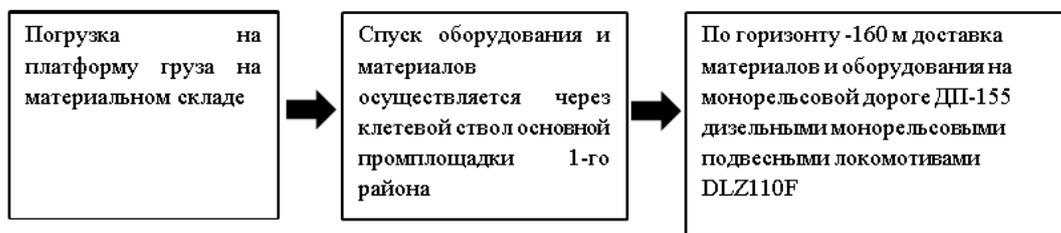


Рисунок 2 - Перспективный способ транспортирования грузов вспомогательным транспортом в условиях шахты «Осинниковская»

Таким образом, на примере шахты «Осинниковская» рекомендуется для внедрения следующие технические и технологические решения:

- 1) Отказ от перевозки грузов по напочвенному рельсовому пути и

внедрение подвешенного дизель-гидравлического локомотива для транспортирования от околоствольного двора горизонта -160 м до блока №4 подготовительных выработок пласта Е-5. Переход осуществляется за счет монтажа подвесной монорельсовой дороги в капитальных горных выработках.

2) Рекомендуются провести унификацию используемых подвесных монорельсовых дизель-гидравлических локомотивов для выбора оптимального варианта подвешенного монорельсового транспорта, который позволит сохранять скорость транспортировки, обеспечить безопасность, а так же будет экономически выгоден для данного предприятия.

3) В наклонных горных выработках рекомендуется замена подвесной монорельсовой дороги ДП-155 на подвесную монорельсовую зубчатую дорогу ВWTU-50/100 [2]. Такая замена связана с тем, что в условиях запыленности и влажности у подвесной монорельсовой дороги ДП-155 снижаются заявленные характеристики по транспортированию секций крепи «тяжелого» класса.

4) Для увеличения безопасности и снижения влияния человеческого фактора во время транспортирования грузов предлагается автоматизированная система управления «Multiple Machine Control», позволяющая одному оператору управлять одновременно несколькими машинами без нарушения или снижения коммуникационных функций, безопасности зоны работ и эффективности управления машинами, за счет системы лазерного ограждения (рисунок 3) [3].



Рисунок 3 – Система управления «Multiple Machine Control»[3]

Данная лазерная система ограждения была разработана для защиты рабочей зоны дистанционно управляемой машины лазерным барьером, предотвращающим попадание персонала, а также выезд дистанционно управляемой машины за пределы рабочей зоны.

В случае преломления луча в результате прохода персонала в зону работы машины, питание передатчика отключается, вызывая остановку машины, активацию тормозной системы и отключение двигателя.

#### Библиографический список

1. Шадэ Т.Ю., Разработка технико-технологических решений по внедрению технических средств и совершенствованию вспомогательного транс-

порта в условиях шахты «Осинниковская» [Текст]/ Т.Ю.Шадэ, А.М. Никитина, С.В.Риб // Наука и молодёжь: проблемы, поиски, решения. – 2015. - №19. –С. 37 – 40.

2. Becker Mining Systems Rus [Электронный ресурс]: Транспортные системы/– режим доступа свободный : <https://ru.becker-mining.com/ru/products/minetrans>.

3. Прейскурант Control Master by RCT. Этапы эволюции систем автоматизации и управления оборудованием для подземных горных работ [Текст]: утв. byRCT от 2018 : ввод в действие 2018. – Москва. : Прейскурант Control Master by RCT, 2018. – 9 с.

УДК 622.817.49:519.62:512.644

## **ВЫБОР СХЕМЫ И СПОСОБА ЗАБЛАГОВРЕМЕННОЙ ДЕГАЗАЦИИ ПОЛЯ ШАХТЫ ФИЛИАЛ «ШАХТА «ЕРУНАКОВСКАЯ-VIII» ОА РУК**

**Прудников Е.И.**

**Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Коряга М.Г.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк, e-mail: evgen9519@yandex.ru*

В работе обозначена проблема борьбы с газовыделением на выемочных участках при обработке угольных пластов повышенной газоносности.

Ключевые слова: дегазация угольных пластов, технология плазменно-импульсного воздействия

Дегазация как комплекс мероприятий по извлечению метана из угольных пластов и выработанного пространства действующих угольных шахт, наряду со средствами вентиляции, стала одним из основных, а иногда и единственным эффективным способом борьбы с газовыделением на выемочных участках.

В зависимости от горно-геологических условий ведения горных работ, особенностей угольных пластов и источников газовыделения, определяющих опасность формирования повышенных концентраций метана на рабочих местах, дегазация на угольных шахтах развивалась по трем направлениям: дегазация выработанного пространства, предварительная дегазация разрабатываемых угольных пластов и ограждающая дегазация при проведении подготовительных горных выработок.

Для разработки технических и технологических решений по заблаговременной дегазации выемочного участка на примере условий пласта 48 шахты «Ерунаковская-VIII» (рисунок 1) предлагается:

1. Выбрать выемочные участки 48-7, 48-8 для заблаговременной

дегазации.

2. Провести бурение скважин с поверхности ремонтно-буровой установки АРБ-100.

3. Использовать плазменно-импульсное воздействие (ПИВ) для заблаговременной дегазации.

4. Внедрить дегазационной установки МДУ-RBS для удаления метана.

Принцип действия ПИВ (рисунок 2) заключается в следующем:

- генератор плазменно-импульсного воздействия является источником колебаний и подает ток высокого напряжения на электроды, замыкающиеся металлическим проводником;

- металлический проводник взрывается и образует плазму в замкнутом пространстве;

- за счет взрыва формируется ударная волна, с большой силой воздействующая на угольные пласты;

- порода периодически сжимается и растягивается, что сопровождается выделением пузырьков газа;

- в пласте создается сеть аномальных микротрещин, способствующая максимальному выделению газа.

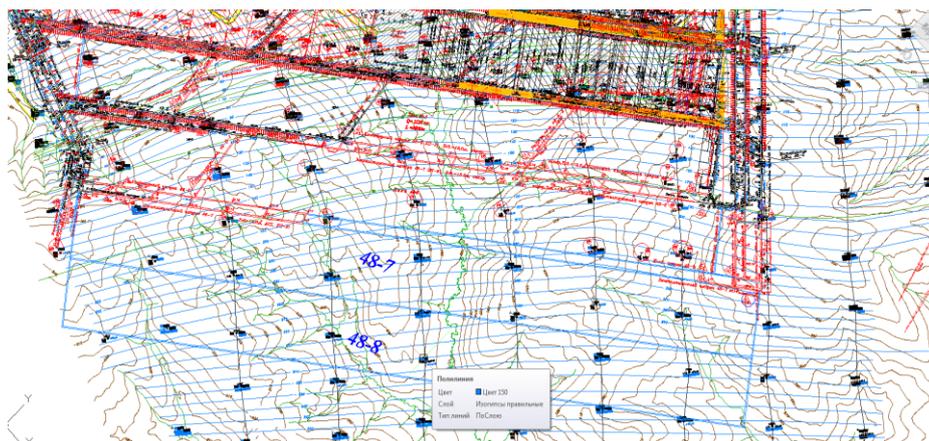


Рисунок – 1 Схема выемочных участков заблаговременной дегазации 48-7, 48-8 [1]



1 – погружной плазменно-импульсный генератор, который работает в скважине; 2 – наземный контрольный блок управления на базе ПК

Рисунок 2 - Комплектность оборудования для выполнения ПИВ [2]

Для бурения дегазационных скважин с поверхности предлагается применить ремонтно-буровую установку АРБ-100.

Агрегат ремонтно-буровой АРБ100 предназначен для бурения, освоения, ремонта и восстановления скважин различного назначения: поисковых, гидрогеологических, водозаборных, эксплуатационных (нефтяных, газовых) в макроклиматических районах с умеренным и холодным климатом.



Рисунок 3 - Ремонтно-буровая установка АРБ-100 [3]

*Вывод:* в статье предложены новые технологические решения для повышения эффективности отработки выемочных участков 48-7 и 48-8. Для снижения газоносности рекомендуется применить плазменно-импульсный способ заблаговременной дегазации и ремонтно-буровую установку АРБ-100 для бурения дегазационных скважин с поверхности.

#### Библиографический список

1. Проект поле ООО Шахта «Ерунаковская-VIII» [Текст] : проект 1138-ПЗ1.1С : утв. и введ. в действие ЗАО «Промуглепроект» / ЗАО «Промуглепроект». - Новокузнецк, 2012. – 175 с.
2. Н.П. Агеев. «Технология плазменно-импульсного воздействия – нетрадиционный подход к дегазации угольных пластов» // Горная Промышленность. – 2015. - № 01. - стр.28
3. Кунгурский машиностроительный завод: [ГОСТ 15150]: Ремонтно-буровая установка АРБ-100. – Режим свободного доступа: /<http://kungurmz.ru/index.php/mobilnye-burovye-ustanovki-agregaty-dlya-osvoeniya-i-remonta-skvazhin-ustanovki-razvedochnogo-bureniya/arb-100>

## **МНОГОШТРЕКОВАЯ ПОДГОТОВКА УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ В УСЛОВИЯХ ВЫСОКОЙ ГАЗОНОСНОСТИ**

**Черешнева Е.В.**

**Научные руководители: канд. техн. наук, доцент Коряга М.Г.,  
канд. техн. наук, доцент Говорухин Ю.М.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк, e-mail: Chereshneva2012@mail.ru*

Переход от двухштрековой подготовки к многоштрековой подготовке выемочного столба обеспечивает обособленное проветривание участковой конвейерной выработки и дает возможность расположить отдельные ветки дегазационного трубопровода для скважин дегазации и изолированного отвода метановоздушной смеси в среднем штреке.

Ключевые слова: увеличение нагрузки на очистной забой, многоштрековая подготовка, дегазация, утилизация метана, метановоздушная смесь.

Увеличение нагрузки на очистной забой сопряжено с ростом дебита метана из разрабатываемого угольного пласта и выработанного пространства. Недостаточная эффективность газопроветривания на выемочном участке становится основным сдерживающим фактором, и ее повышение является весьма актуальной научно-технической задачей [1].

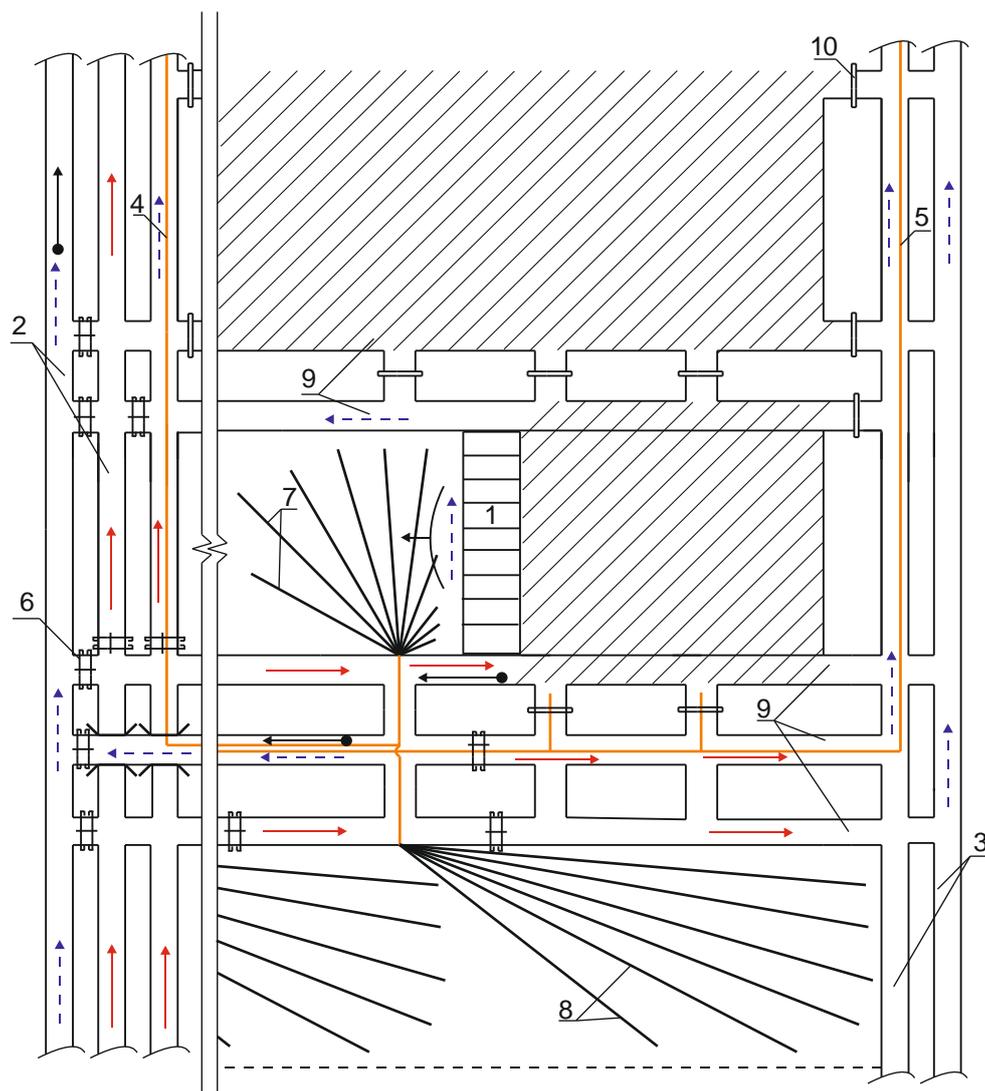
Решение данной задачи позволит преодолеть газовый барьер, а так же обеспечить безопасное ведение горных работ. Повышение уровня промышленной безопасности шахты предполагает комплекс мероприятий: транспорт угля в магистральных конвейерных выработках проветриваемых исходящей струей воздуха [2,3], обеспечение аэродинамической изоляции выработанного пространства от действующих выработок за счет применения схем проветривания с изолированным отводом метана и дегазации угольного пласта.

Решение приведенного выше перечня задач возможно за счет перехода от подготовки выемочного столба спаренными штреками к многоштрековой подготовке.

Предлагаемая схема перехода от двухштрековой к многоштрековой подготовке (рисунок 1) предполагает подачу свежей струи воздуха, так же как и при двухштрековой схеме подготовки, по двум ближним к выемочному участку центральным уклонам 2, по двум штрекам в очистной забой и исходящей по вентиляционному штреку, и далее через ближний уклон.

Проветривание конвейерного штрека осуществляется обособленной струей воздуха. Управление метановыделением из выработанного пространства осуществляется путем изолированного отвода метановоздушной смеси (МВС) через газопровод 4, проведенный через изолирующие перемычки в

## сбойках за лавой



1 – очистной забой, 2 – центральные уклоны, 3 – фланговые уклоны, 4, 5 – дегазационный трубопровод, 6 – шлюз с вентиляционным окном, 7 – веерные дегазационные скважины, 8 – дегазационные скважины направленного бурения, 9 – штреки, 10 – изолирующая перемычка.

Рисунок 1 – Схема перехода от двухштрековой к многоштрековой подготовке

Уголь из очистного забоя транспортируется до ближайшей передовой сбойки и далее на ленточный конвейер, расположенный в среднем штреке, а затем в конвейерный уклон. Обособленная струя отводится в конвейерный уклон.

Для снижения газоносности угольного пласта так же предлагается схему дегазации выемочного столба веерными скважинами 7 заменить на дегазацию с применением скважин, пробуренных средствами подземного направленного бурения 8. Это позволит сократить количество ниш для рас-

положения бурового станка и в целом повысить эффективность подземной дегазации.

Дегазационный трубопровод 4 располагается в центральном уклоне и обеспечивает отвод МВС из дегазационных скважин выемочного участка и подготавливаемого выемочного столба.

Дегазационный трубопровод 5 заводится за перемычки сбоек за очистным забоем и, откачивая МВС, снижает дебит метана в очистной забой из выработанного пространства.

Получаемую МВС из скважин подземной дегазации можно утилизировать в энергетических установках шахты [5].

Основными достоинствами предлагаемой схемы многоштрековой подготовки являются:

- обособленное проветривание конвейерного штрека, что в случае возникновения возгорания ленточного конвейера не позволит задымлению распространиться на прилегающие выработки участка и обеспечит выход персонала шахты по свежей струе воздуха до поверхности;

- улучшение работы системы подземной дегазации за счет отдельного изолированного отвода метана из дегазационных скважин, с использованием его для нужд шахты, и изолированного отвода МВС из выработанного пространства со снижением газопитока в действующие выработки лаву.

#### Библиографический список

1. Коршунов Г.И., Логинов А.К., Шик В.М. Многоштрековая подготовка угольных пластов. / Г.И. Коршунов, А.К. Логинов, В.М. Шик. – Санкт-Петербург : Наука, 2007. – 250 с.

2. 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 – 200с.

3. «Руководство по проектированию вентиляции угольных шахт», Макеевка, 1989 г. - 319 с.

4. Инструкция по применению схем проветривания выемочных участков шахт с изолированным отводом метана из выработанного пространства с помощью газоотсасывающих установок. Серия 05. Выпуск 21. – Москва : ЗАО «Научно-технический центр исследования проблем промышленной безопасности», 2012. – 128 с.

5. Астахов С.А. Утилизация шахтного газа // Уголь.- 2006.- № 08. – С.9 –13.

## II ГЕОЛОГИЯ

УДК 553.08

### ГАЛЛИЙ В УГЛЯХ КУЗНЕЦКОГО КАМЕННОУГОЛЬНОГО БАССЕЙНА (НА ПРИМЕРЕ РАЗРЕЗА «ШЕСТАКИ»)

Антошечкина Е.К.

**Научный руководитель:** д-р геол.-минерал. наук, профессор Гутак Я.М.

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

В данной статье рассмотрены основные аспекты оценки содержания и выбор направлений использования содержащихся в ископаемых углях редкоземельных элементов (на примере галлия).

Ключевые слова: редкоземельные металлы, угольная зола, содержание металла, оценка запасов

Галлий (атомный номер 31, атомная масса 70) — типичный представитель редких элементов широкого рассеяния. Это мягкий и пластичный металл серебристо-серого или голубовато-белого цвета.

Галлий используется в электронной промышленности при производстве полупроводников, светоизлучающих диодов, солнечных панелей и в сверхмощных лазерах. Он применяется в производстве ячеек памяти, в оптоэлектронных устройствах, а именно в фотоприёмниках. Новыми и перспективными направлениями применения галлия является создание хранилищ информации с высокой плотностью данных, высококачественной лазерной печати, мобильных смартфонов, мощных светодиодов. В военной области элемент используется для легирования плутония. Соли галлия широко применяются в медицине для визуализации опухолей в качестве радиоcontrastных агентов [1].

Основным источником галлия и его соединений в настоящее время являются бокситы, нефелиновые концентраты и полиметаллические руды, в которых галлий является попутным компонентом.

В последнее время в качестве нового источника галлия рассматриваются каменные угли, а точнее угольная зола (в ней галлий концентрируется при сжигании углей). Разработана технология кислотно-экстракционного извлечения галлия из золы. Зола обрабатывают соляной кислотой, продолжительностью 2 ч. В раствор переходит до 85% галлия. Из солянокислого раствора галлий экстрагируют раствором триалкиламина в керосине с добавлением эксоло. Экстракцию ведут в противотоке в 6 ступенях экстрактора ящичного типа. При этом галлий практически

полностью переходит в органическую фазу (99,6%). Реэкстракцию проводят раствором гидроксида натрия (NaOH). Извлечение галлия по такой схеме составит 76-77 % [2].

В свете сказанного представляет интерес изучения перспектив на галлий углей Кузнецкого каменноугольного бассейна. В своей большей части это энергетические угли, используемые для получения электроэнергии. Нужно при этом отметить, что кондиционного опробования месторождений углей Кузбасса на редкие элементы не проводилось. Имеются только отдельные анализы, да и то не по всем угольным пластам. В качестве примера приведем разрез «Шестаки» (Бачатское месторождение, Гурьевский район Кемеровской области). Из 40 рабочих пластов месторождения содержания галлия определены только для 3-х: Безымянного I, Характерного II, Надхарактерного. Средние содержания металла в этих пластах по данным спектрального анализа составляют 2г/т. Общие запасы углей по пластам, содержащим галлий, составляют 1557 тыс.т. По предварительной оценке, количество галлия в углях осваиваемой части Бачатского месторождения достигает 3114 кг. При стоимости килограмма галлия равной 400\$, рыночная стоимость оценённого количества металла будет равняться 1 245 600\$. И это только галлий из пластов, где его присутствие подтверждено анализами. Представляется вероятным, что и другие пласты углей этого месторождения также содержат галлий и для кондиционного подсчета его запасов необходимо провести их опробование и качественную аналитику. При этом угли Бачатского месторождения будут использоваться по их прямому назначению для сжигания и получения электроэнергии, а галлий будет добываться из золы, где его количество многократно превысит содержание в угле. Его добычу следовало бы сконцентрировать возле крупных потребителей энергетических углей, где имеются значительные запасы золы. К сожалению, мы не располагаем данными об опробовании существующих золохранилищ на предмет распределения в них редких элементов (в т. ч. и галлия). Подобные хранилища должны рассматриваться как перспективные техногенные месторождения редких металлов, назрела необходимость их детального изучения опробования с последующим подсчетом и утверждением запасов.

Уже сейчас можно сделать вывод о том, что извлечение из углей ценных элементов в т.ч. галлия будет экономически выгодным и может обеспечить экономику крайне необходимыми ресурсами.

Существует необходимость в государственной или региональной программе по оценке запасов галлия и других редких металлов в золе существующих золохранилищ Кемеровской области и его извлечению из угольной золы. При успешной реализации такой программы экономика Кемеровской области получит новые высокотехнологические предприятия по извлечению редких элементов, будут ликвидированы потенциально опасные для экологии региона золохранилища а Кемеровская область сможет занять лидирующие позиции на рынке редких металлов.

Угледобывающим предприятиям следовало бы включать в стоимость экспортируемых углей потенциальную ценность содержащихся в них редких металлов. В настоящий момент последние выступают бесплатным и очень ценным приложением к поставляемым за рубеж углям.

#### Библиографический список

1. Вершковская О. В., Зуева Т. И., Прокопчук В. П. Минеральное сырье. Галлий: справочник. М.: ЗАО «Геоинформмарк», 1998. - 17 с.
2. Ларичкин Ф. Д., Череповицын А. Е., Новосельцева В. Д., Гончарова Л. И. Состояние и перспективы российского и мирового рынка галлия // Известия Уральского государственного горного университета, 2017, в. 4 (48). – С. 108-114.

УДК 630.618

### **ВЛИЯНИЕ ОТКРЫТЫХ ГОРНЫХ РАБОТ НА ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ РЕГИОНА (НА ПРИМЕРЕ КРАСНОБРОДСКОГО УГОЛЬНОГО РАЗРЕЗА)**

**Горбунова А.Р.**

**Научный руководитель: д-р геол.-минерал. наук, профессор Гутак Я.М., канд. с.-х. наук, доцент Шипилова А.М.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк, e-mail: garro7991@mail.ru*

В статье рассматривается влияние открытых горных работ на состояние водных ресурсов р. Тайда и впадающих в нее карьерных вод. Исследования проводились в пределах Вахрушевского поля (юго-западная часть Киселёвского месторождения в Прокопьевско-Киселевском геолого-экономическом районе Кузбасса). Показано, что основным загрязнителем поверхностных водотоков выступает угольная пыль. Для ее эффективного улавливания требуется внедрение новых способов очистки вод основанных на принципах флотации.

Ключевые слова: Кемеровская область, карьерные воды, предельно допустимая концентрация, экология.

С эколого-географических позиций Кемеровская область представляет собой своеобразный регион. Центральную часть области занимает Кузнецкий угольный бассейн, где сконцентрированы добыча угля, металлургические и химические предприятия, крупные ТЭЦ. Этот промышленный конгломерат создает замкнутую географическую систему, обособленную от смежных регионов. В этой системе резко возрастает антропогенная нагрузка на рельеф (до полного его трансформации) в районах открытой угледобычи.

Наиболее интенсивно процессы трансформации естественного рельефа протекают в зоне примыкания Кузбасса к Салаирскому кряжу, где сконцентрировано множество действующих и ликвидированных угледобывающих предприятий, образующих практически непрерывную полосу от г. Новокузнецка до г. Ленинск-Кузнецкий. Формирующийся на этой территории техногенный ландшафт в значительной мере влияет на режим естественных водотоков.

В настоящей работе проводится оценка влияния открытых горных работ на состояние водных ресурсов р. Тайда в бассейне реки Аба. Исследования проводились в пределах Вахрушевского поля в юго-западной части Киселёвского месторождения (Прокопьевско-Киселевском геолого-экономическом районе Кузбасса) (рисунок 1). Территориально участок окружен действующими и ликвидированными предприятиями угледобычи: - разрезы «Прокопьевский» и «Акташский» на юге, шахта «Киселевская» (в стадии ликвидации) на северо-востоке, шахта «Красный Кузбасс» (ликвидирована) на западе, участки Южно-Абинской станции «Позземгаз» (ликвидированы) на востоке, шахта «Тайбинская» (ликвидирована) и разрез «Тайбинский» на юго-востоке.

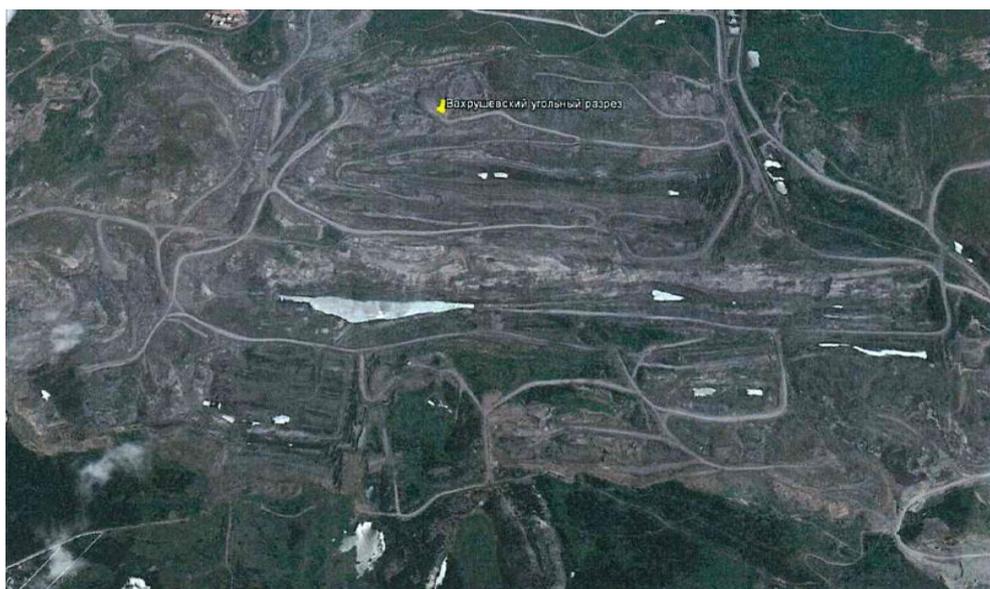


Рисунок 1- Вахрушевское поле

Продуктивные отложения участка угледобычи представлены осадками кемеровской, ишановской, промежуточной свит балахонской серии Кузбасса. Вмещающие породы представлены в основном песчаниками и алевролитами. По сложности геологического строения участок недр в соответствии с классификацией ГКЗ относится ко II и III группе сложности. Угли пластов относятся к маркам СС и ДГ.

В географическом плане территория расположена на всхолмленной сильно расчлененной Притырганской возвышенности с общим уклоном поверхности на северо-восток в сторону Кузнецкого бассейна. Реальный рельеф

еф, как на территории самого разреза, так и на прилегающих территориях, сильно изменен вследствие ведения горных работ. Реки района, обладавшие хоть и небольшим, но постоянным дебитом, в настоящее время сохранены лишь на отдельных изолированных участках. В орогидрографическом отношении Вахрушевский разрез занимает водораздельное пространство между реками Тугай, Аба и Тайда. Максимальные абсолютные отметки поверхности в западной части площади достигают 430 м, минимальные - в долине р. Аба – 330 м.

Главный водоток района р. Аба (левый приток реки Томь), впадающая на 580 км от устья. Непосредственно на территорию разреза попадает ее левый приток р. Тайда (10 км) и правый приток р. Прямой Ускат - р. Тугай (14 км) [1].

В настоящий момент рельеф водосбора реки Тайда практически полностью изменен (рисунок 2). Расположение истока в настоящее время находится в заболоченном понижении рельефа, питание реки в основном, обусловлено количеством сбрасываемых карьерных вод. Кроме того, небольшая доля в обеспечении питания реки принадлежит дождевым и снеговым водам с водосборной площади.



Рисунок 2 -Обзорная карта реки Тайда

Карьерные и поверхностные сточные воды разреза проходят механическую очистку в отстойнике и по подземному стальному трубопроводу в реку Тайда в 3,7 км от ее устья. Они формируются в основном за счет подземных вод трещиноватой зоны верхнепалеозойских пород, а так же талых и дождевых вод. Схема их очистки сводится к следующему. Первичная очистка идет в зумпфах – отстойниках карьера. Далее участковыми водоотливными установками по трубопроводам они откачиваются в общую водоотливную канаву, представляющую собой земляной ров. На его протяжении расположены два отстойника объемами 50 и 4 тыс. м<sup>3</sup> соответственно. Кроме того, на пути следования карьерной воды располагаются два фильтрующих

массива из вскрышных пород.

После очистки в отстойниках и на фильтрующих массивах, карьерная вода поступает в третий отстойник объемом 4 тыс. м<sup>3</sup>, расположенный в районе жилого поселка разреза и далее сбрасывается через выпуск в реку Тайда.

С геоэкологической точки зрения важно оценить изменения динамики ПДК (максимальная концентрация вредного вещества, которая за определенное время не влияет на здоровье человека и его потомство, а также на компоненты экосистемы и природное сообщество в целом) вредных веществ реки Тайда (на устье) и карьерной воды разреза Вахрушевский. Для сравнения взяты данные с 2015 по 2017 года (таблицы 1, 2)

Таблица 1 – Результаты исследований природной воды река Тайда (2015 – 2017 гг.)

Ингредиент	Результаты исследования мг/дм <sup>3</sup>			Нормы ПДК мг/дм <sup>3</sup>
	2015	2016	2017	
ХПК (мг О <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup> )	8,12 ± 2,44	9,62 ± 2,89	12,85 ± 3,86	Не более 30
Растворенный кислород	<b>7,79 ± 1,01</b>	<b>10,23 ± 1,33</b>	<b>11,44 ± 1,49</b>	Не более 4,0
БПК <sub>5</sub>	1,76 ± 0,46	1,58 ± 0,41	4,27 ± 1,11	3,0
Азот аммонийный	0,247 ± 0,059	0,264 ± 0,053	0,268 ± 0,054	0,4
Нитрит – ион	<b>0,525 ± 0,073</b>	<b>0,164 ± 0,062</b>	<b>0,241 ± 0,092</b>	0,08
Нитрат – ион	12,62 ± 1,51	17,54 ± 2,63	19,69 ± 2,95	40,0
Железо общее	<b>0,157 ± 0,038</b>	<b>0,181 ± 0,044</b>	<b>0,269 ± 0,064</b>	0,1
Хлорид – ион	12,6 ± 1,5	10,3 ± 1,2	10,28 ± 1,23	300,0
Нефтепродукты	0,026 ± 0,009	0,024 ± 0,008	0,038 ± 0,013	0,05
Взвешенные вещества	<b>18,4 ± 1,8</b>	<b>21 ± 2</b>	<b>43 ± 4</b>	0,75 к фону
Водородный показатель (ед. рН)	8,3 ± 0,2	7,9 ± 0,2	8,0 ± 0,2	6,5 – 8,5
Температура	14,0 ± 0,1	11,5 ± 0,1	19,0 ± 0,1	Не более 40
Запах	0	0	0	Не более 2
Фенол	< 0,0005 (0)	< 0,0005 (0)	< 0,0005 (0)	0,001
Минерализация	702,0	868 ± 78	895-81	Не более 1000
Сульфат – ион	<b>394,2 ± 63,1</b>	<b>315,7 ± 50,5</b>	<b>320,84-51,33</b>	100,0
Плавающие примеси	отсутствуют	отсутствуют	отсутствуют	Отсутствие

Таблица 2 - Результаты исследования сточной (карьерной) воды (2015 – 2017 гг)

Ингредиент	Результаты исследования мг/дм <sup>3</sup>			Нормы ПДК мг/дм <sup>3</sup>
	2015	2016	2017	
ХПК (мг О <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup> )	6,79-2,04	8,90-2,67	5,83-1,75	Не более 30
Растворенный кислород	<b>6,82-0,95</b>	<b>9,57-1,24</b>	<b>7,909-1,028</b>	Не более 4,0
БПК <sub>5</sub>	1,60-0,22	1,43-0,37	1,64-0,43	3,0
Азот аммонийный	0,033-0,012	0,43-0,13	0,360-0,072	0,4
Нитрит – ион	0,080-0,016	0,066-0,013	0,082-0,041	0,08
Нитрат – ион	6,14-1,35	4,65-1,02	23,52-5,88	40,0
Железо общее	0,065-0,016	0,059-0,014	0,105-0,025	0,1
Хлорид – ион	10,90-1,31	13,65-1,64	12,05-1,45	300,0
Сульфат – ион	<b>140,5-22,5</b>	<b>196,2-31,4</b>	<b>104,71-16,75</b>	100,0
Нефтепродукты	0,015-0,005	0,043-0,015	0,047-0,017	0,05
Взвешенные вещества	<b>8,60-1,55</b>	<b>9,0-1,6</b>	<b>8,9-1,6</b>	0,75 к фону
Водородный показатель (ед. рН)	7,9-0,2	7,8-0,2	8,2-0,2	6,5 – 8,5
Аммоний – ион	0,043-0,015	0,43-0,13	-	0,5
Фенол	<0,0005 (0)	<0,0005 (0)	<0,0005 (0)	0,002
Запах (баллы)	0	0	0	Не более 2
Гидрокарбонаты	-	355,4-42,7	-	
Общая минерализация	-	625	981-88	Не более 1000
Плавающие примеси	Отсутствует	Отсутствует	Отсутствует	Отсутствие

Из полученных результатов исследований следует, что в воде р. Тайда (таблица 1) ПДК превышают растворенный кислород, азот аммонийный, нитрит – ион, железо, взвешенные вещества, сульфат – ион. Значительно (более 3 раз) превышают нормы ПДК содержания взвешенных веществ и нитрит – иона. При этом источник нитрит-иона не связан к разрезом (содержание его в карьерных водах не превышает ПДК). По величине минерализации вода водохранилища относится к альфа–гипогалинным пресным водам, по ионному составу – принадлежит к гидрокарбонатно-кальциевым водам I типа [1].

Таким образом, главным загрязнителем вод р. Тайда, непосредственно связанным с ведением угледобычи, выступают взвешенные вещества (преимущественно угольная пыль). Частицы угольной пыли склонны к всплыванию и осаждаются лишь после того как впитают в себя достаточное количество воды, т. е. через несколько недель или даже месяцев, По этой причине ее осаждение в отстойниках происходит лишь частично. Нужно констатировать, что основные проблемы угольных предприятий по очистке карьерных и

шахтных вод остаются не решенными: кроме низкой эффективности существующих технологий, они требуют больших эксплуатационных затрат [2]. В то же время угольная пыль, хотя и делает воду грязной, даже черной, не является опасной для живых существ. В крупных водотоках она оседает вследствие естественной флотации. Этот процесс применяют для очистки сточных вод городов и поселков, и его можно применить для улавливания угольной пыли. В Кемеровской области флотационные установки внедрены для очистки вод на шахте Усковская.

#### Библиографический список

1. «Ресурсы поверхностных вод СССР», том 15, выпуск 2, Гидрогеологическая изученность; М.1967г.
2. Харионовский А.А. Комплексная очистка шахтных и карьерных вод от техногенных загрязнений. Шахты: Издательство ЮРО АГН. 2000. - 238 с.

УДК 504.06

### **РЕКУЛЬТИВАЦИЯ ЗЕМЕЛЬ, НАРУШЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ВОЗДЕЙСТВИЕМ УГЛЕДОБЫВАЮЩЕГО ПРОИЗВОДСТВА НА ПРИМЕРЕ ООО «СИБЭНЕРГОУГОЛЬ»**

**Адамчук К.И.**

**Научный руководитель: канд. геогр. наук, доцент Адаменко М.М.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк e-mail: kira17081991@mail.ru*

В статье рассмотрены этапы рекультивации и мероприятия по инженерной подготовке рекультивируемых земель на предприятии ООО «Сибэнергоуголь». Материалы для написания статьи получены из проектной документации предприятия в процессе прохождения производственной практики летом 2018 года.

**Ключевые слова:** рекультивация, нарушенные земли, почва, полезные ископаемые, плодородный слой почвы.

Рекультивация территорий, нарушенных открытыми горными работами, позволяет восполнять земельные ресурсы, выбывающие из сельскохозяйственного оборота, и улучшать санитарно-гигиенические условия жизни и деятельности человека в горнопромышленных районах. Рекультивацией принято называть работы по восстановлению плодородия земель, которое было потеряно в результате техногенного нарушения почвенного покрова. В соответствии с ГОСТ 17.5.1.01-83 под нарушением земель подразумевается процесс, происходящий при добыче полезных ископаемых, выполне-

нии геологоразведочных, изыскательских, строительных и других работ и приводящий к нарушению почвенного покрова, гидрологического режима местности, образованию техногенного рельефа и другим качественным изменениям состояния земель [2].

ООО «Сибэнергоуголь» владеет лицензией на право пользования недрами двух участков: «Бунгурский Южный» и «Ананьинский Западный». Отработка данных участков ведется открытым способом, с использованием взаимосвязанных транспортных коммуникаций. В проектной документации ООО «Сибэнергоуголь» предусмотрена рекультивация земель в два этапа. На первом техническом этапе происходит планировка и формирование откосов, а также снятие, транспортирование и нанесение почв и плодородных пород [1]. В соответствии с данными инженерно-экологических изысканий средняя мощность снимаемого плодородного слоя почв (ПСП) принимается от 0,3 до 0,5 м, а потенциально-плодородного слоя почвы (ППП) – 0,7 м. Снятие ПСП производится сразу на всю мощность гумусового слоя бульдозерами САТ-834Н или Т-25.01К1БР-1. Складирование плодородного слоя почв с земель, нарушаемых при разработке, осуществляется в границах южного блока участка «Ананьинский Западный». Отсыпка склада ПСП при помощи автосамосвалов производится периферийным способом, который включает разгрузку автосамосвалов на верхней площадке. Весь объем склада ПСП планируется использовать для рекультивации объектов участка «Бунгурский Южный».

В состав мероприятий по инженерной подготовке рекультивируемых земель на исследуемом предприятии также входят: борьба с эрозией почв, укрепительные и противоэрозийные работы на откосах отвала и бортах карьерной выемки, отвод поверхностных вод, защита спланированного отвала от подтопления и заболачивания, дренаж и орошение. При производстве планировочных работ для исключения переуплотнения поверхностного слоя грунтов используются бульдозер САТ-834Н и автогрейдер САТ 160 К (John Deere 872G). Бульдозер САТ-D9R (САТ-D10R) предусматривается применять только для выполаживания откосов отвала. Мероприятия технического этапа создают необходимые условия для дальнейшего использования земель.

В проектной документации предприятия вторым этапом рекультивации запланирован биологический этап, который включает комплекс агротехнических и фитомелиоративных мероприятий, направленных на улучшение агрофизических, агрохимических, биохимических и других свойств почв. Следует отметить, что территория разрезов ООО «Сибэнергоуголь» расположена на границе ландшафтных зон лесостепей и черневой тайги, поэтому на биологическом этапе необходимо учесть эффект экоклина, зафиксированный для техногенных ландшафтов Кузбасса [3]. Согласно А.С. Водолееву эффект экоклина на отвалах выражается в «сдвиге» ландшафтов в сторону более аридной зоны. Можно предположить, что на южных склонах отвалов будут формироваться условия для развития островных степей, а самозарастание их будет идти наиболее медленно.

Подводя итог, можно сделать вывод, что проектной документацией предприятия предусмотрена рекультивации земель, нарушенных в результате открытой угледобычи, которая позволит полностью или частично восстановить плодородие почвы участков нарушенных земель. Было выявлено, что при составлении рабочего проекта предприятия из возможных направлений рекультивации нарушенных земель, намеченных в задании на проектирование, выбрано оптимальное, и разработанный комплекс мероприятий по охране и воспроизводству природных и земельных ресурсов способствует эффективному использованию запасов плодородного слоя почвы. В проекте рекультивации земель сельскохозяйственного назначения нормативные требования сводятся к созданию биологически продуктивных участков земной поверхности с необходимыми условиями для роста и развития растений. В ходе разработки определены агрохимические показатели нарушенных земель, грунт которых будут использовать для рекультивации (процент содержания гумуса, кислотность, обеспеченность фосфором и калием и т.д.), и намечены работы по рекультивации земель.

#### Библиографический список

1. Проект отработки запасов угля в границах участка недр «Бунгурский Южный» //Раздел 8 «Перечень мероприятий по охране окружающей среды» // Подраздел 8.2 «Рекультивация нарушенных земель» 72-2011/П-Г-ООС2 Том 8.2
2. ГОСТ 17.5.1.01-83 Охрана природы (ССОП). Рекультивация земель. Термины и определения. //Nature protection. Land reclamation. Terms and definitions.
3. Андроханов В.А., Водолеев А.С. Проблемы рекультивации нарушенных земель // Кемеровская область: коллективная монография под ред. В. П. Удодова. – Новокузнецк, 2012. – С. 112–117.

УДК 504.06

## **ВОЗДЕЙСТВИЕ ОТКРЫТОЙ УГЛЕДОБЫЧИ НА ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ И ИХ ОХРАНА НА ПРИМЕРЕ ТАЛДАНСКОГО УГОЛЬНОГО РАЗРЕЗА**

**Богданова Я.А.**

**Научный руководитель: канд. геогр. наук, доцент Адаменко М.М.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк*

В данной статье рассмотрено влияние Талдинского угольного разреза на водные ресурсы Кемеровской области, а также анализируются мероприятия, применяемые для минимизации техногенного воздействия и защиты

вод. Материалами для написания статьи явилась проектная документация и данные мониторинга состояния окружающей среды на предприятии, которые были изучены в процессе прохождения производственной практики летом 2018 года.

Ключевые слова: водные ресурсы, угольный разрез, подземные воды, водоохранные мероприятия.

Одной из серьезных экологических проблем Кузбасса является негативное воздействие на водные объекты предприятий угледобывающего комплекса. Согласно имеющимся данным ежегодно в водоемы поступает 1515,44 млн. м<sup>3</sup> неочищенных вод, притом что угольные предприятия сбрасывают 34,4 % всех взвешенных веществ и до 10 % нефтепродуктов [1]. При существующем уровне технологии невозможно полностью избежать негативного воздействия горнодобывающих предприятий на водные ресурсы, поэтому необходимо рационально подходить к проблеме использования и охраны водных ресурсов.

Водные ресурсы - это все воды гидросферы, включая реки, озера, каналы, водохранилища, моря и океаны, а также подземные воды, почвенную влагу, льды горных и полярных ледников, водяные пары атмосферы. Разрез "Талдинский" оказывает влияние на поверхностные и подземные воды, которое вызывает ряд негативных процессов в гидросфере:

- истощение запасов подземных вод;
- загрязнение подземных вод;
- загрязнение поверхностных водотоков;
- изменение водосборной поверхности р. Черновой Нарык, Еланный Нарык;
- изменение гидрологического режима рек района (р. Черновой Нарык, Еланный Нарык, Каменушка).

При производстве вскрышных работ и углубке карьера естественный режим подземных вод оказался нарушен. Карьер выполняет роль дрены, представляющей собой «большой колодец». По мере отработки угля и углубки до границы горного отвода - горизонта  $\pm 0$  дренажное влияние распространяется вширь. Локальное осложнение естественной пьезометрической поверхности проявляется в виде куполов растекания (источники дополнительного питания) под основанием отстойников карьерных вод. Таким образом, влияние карьерной отработки на гидросферу сказывается не только в изменении запасов и ресурсов подземных вод, но и на осушении и преобразовании довольно значительной территории. В процессе увеличения мощности карьера (площади и глубины отработки) влияние его на подземные воды будет возрастать. Депрессионная воронка Ерунаковского промрайона Кузбасса довольно обширная и развивается в сторону Талдинского месторождения пресных подземных вод. Максимальное понижение в центре воронки

депрессии к 2010 г достигло 320 м. Важно отметить, что при анализе режимных наблюдений для подземных вод Ерунаковского района Покровким Д.С. было отмечено явление цикличности. Водообильность пород нижних горизонтов кольчугинской серии может в отдельные годы возрастать на 25-30 % [2], что необходимо учитывать, при прогнозировании водопритоков в горные выработки.

При угледобыче на Талдинском угольном разрезе производится сброс дренажных карьерных вод в русла естественных поверхностных водотоков, с общим объемом около 5642,9 тыс. м<sup>3</sup>/год, поэтому негативное воздействие на гидросистему проявляется также в изменении гидрологического и гидрохимического режимов рек. В настоящее время в реке Черновой Нарык меженный сток в 9,4 раза больше естественного. Также возрастает и минерализация вод в реках подвергающихся сбросу дренажных вод.

Нарушения существующего рельефа техногенными объектами (поле разреза, отвалы, отстойники, отведение русел) ведет к изменению водосборной поверхности рек Черновой Нарык и Еланный Нарык, и исчезновению отдельных поверхностных водотоков. Река Каменушка в 2015 году полностью засыпана отвалом

Важной проблемой, вызванной воздействием угледобычи, является загрязнение поверхностных и подземных вод. В настоящее время в районе разреза «Талдинский» гидрометеослужбой проводятся наблюдения за фоновыми концентрациями загрязняющих веществ на реках Еланный Нарык, Черновой Нарык, Тагарыш, Кыргай. Химическое загрязнение проявляется в увеличении общей минерализации подземных вод, отдельных макро- и микрокомпонентов. Наиболее частыми и характерными компонентами химического загрязнения являются: хлориды, сульфаты, аммоний, нитраты, нитриты, железо, сероводород, нефтепродукты, фенолы, различные органические соединения углерода. Выявлено, что загрязнение гидросферы здесь начинается с грунтовых вод, которые являются аккумулятором загрязняющих веществ и одновременно источником загрязнения по отношению к подземным водам и поверхностным водотокам. Общий объем сбросов очищенных и недостаточно очищенных сточных вод на 2005 год составил 10551,3 тыс. м<sup>3</sup>/год, а по данным на 2015 год - 29657,2 тыс. м<sup>3</sup>/год. Подземные воды в карьерном водоотливе в 2005 году составляют 9986,4 тыс. м<sup>3</sup>/год, в 2015 году - 28294,8 тыс. м<sup>3</sup>/год.

Для уменьшения техногенного влияния на водные объекты проектной документацией разреза предусмотрены природоохранные мероприятия:

- сбор и отвод всех категорий сточных вод;
- строительство отстойника карьерных вод;
- строительство отстойников поверхностного стока породных отвалов.

Для уменьшения загрязнения подземных вод предусмотрены сбор, отвод и очистка всех категорий сточных вод, образующихся в процессе отра-

ботки месторождения. Мероприятия по предотвращению истощения запасов подземных вод не предусматриваются, так как без осушения поля разреза отработка угольного месторождения невозможна технологически.

Подводя итог, можно заключить, что проектной документацией карьера предусмотрены мероприятия позволяющие снизить негативное воздействие на поверхностные водотоки. По тем веществам, которые не удовлетворяют условиям сброса в водоток в проекте предусмотрены сверхлимитные платежи. Следует отметить недостаточность статистики по химическому составу исследуемых сточных вод и вод рек, в которые осуществляются сбросы разреза, что не позволяет установить степень их загрязнения и подобрать схему доочистки стоков. В настоящее время данная проблема активно решается предприятием, в частности, с этой целью в по договору с ЗАО «Гипроуголь» проводятся исследования фонов рек с целью установления их природного потенциала.

#### Библиографический список

1. Гиниятуллина О.Л., Потапов В.П. Дистанционный мониторинг загрязнений окружающей среды // Вестник Научного центра по безопасности работ в угольной промышленности. - 2014. - № 1. - С.142-148. - ISSN 2072-6554. - EISSN 2072-6554.

2. Д. С. Покровский К вопросу режима подземных вод Ерунаковского района Кузбасса // Известия ТПУ. 1967. Т. 167. Научная электронная библиотека «Киберленинка» [Электронный ресурс] URL: [https:// cyberleninka.ru/article/n/k-voprosu-rezhima-podzemnyh-vod-erunakovskogo-rayona-kuzbassa](https://cyberleninka.ru/article/n/k-voprosu-rezhima-podzemnyh-vod-erunakovskogo-rayona-kuzbassa) (дата обращения: 17.12.2018).

УДК 630.618

## **АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ РЕКУЛЬТИВАЦИИ НАРУШЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ**

**Горбунова А.Р.**

**Научный руководитель: канд. биол. наук Семина И.С.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк, e-mail: garro7991@mail.ru*

В данной статье рассматриваются источники загрязнения почв и негативные последствия загрязнения, а также проводится анализ технологий рекультивации нарушенных земель горнодобывающих и перерабатывающих предприятий.

Ключевые слова: нарушенные земли, вскрышные породы, тяжелые металлы, рекультивация.

Основной причиной ухудшения экологической обстановки урбанизированных территорий является все возрастающее техногенное загрязнение окружающей среды.

В Кемеровской области, входящий в состав Кузнецкого угольного бассейна, интенсивно развита горнодобывающая и перерабатывающая промышленность. Так, в 2017 г. объем добычи угля в Кузбассе составил 408,9 млн. т, а площадь нарушенных горными работами земель составила более 100 тыс. га [1].

При добыче полезных ископаемых основными источниками загрязнения почв является карьеры и шахты, «пустая порода» в отвалах и хвостохранилищах, запыление атмосферы и окружающих территорий, сточные воды (включая шахтные). К негативным последствиям относится изъятие значительных земельных площадей из сельскохозяйственного оборота и их нарушение при ведении горных работ, изменение гидрогеологических условий района ведения горных работ и его ландшафтов, развитие эрозионных процессов, а также перемешивание пород с выносом на поверхность неплодородных и даже токсичных пород.

При отвалообразовании вскрышные породы, как правило, отсыпают без учета пригодности их для рекультивации нарушенных земель, а при формировании внешних отвалов не всегда учитывают требования рационального землепользования. Все нарушенные земли являются опасным источником загрязнения больших площадей токсичными элементами и тяжелыми металлами в формах, доступных для животных и человека. Земли, нарушенные геохимическим способом, зачастую в несколько раз превышают площади почв и грунтов, разрушенных механическим путем [2].

В силу глобального разрушения почвенной оболочки Земли, проблема рекультивации нарушенных земель вышла за рамки возвращения их в народно-хозяйственное пользование и трактуется, главным образом, как восстановление экосистемных функций территории для сохранения устойчивого состояния биосферы. Современный взгляд на рекультивацию породных отвалов горнодобывающей отрасли заключается в разработке решений по использованию регенерационных возможностей природной среды. На этой основе разработана методология восстановления нарушенных земель техногенных ландшафтов с целью улучшения экосистемных функций территории, заключающаяся в повышении их биопродуктивного уровня за счет активизации процессов самовосстановления, и обновления нарушенных земель в соответствии с концепцией естественного почвообразования в случае полного уничтожения почвенно-растительного покрова. Разработанная в рамках методологии, технология восстановления нарушенных земель техногенных ландшафтов в соответствии с концепцией естественного почвообразования заключается в формировании биологически активной среды в результате создания сеяного фитоценоза без нанесения плодородного слоя [3].

В работе С.С. Тимофеевой «Инновационная технология рекультивации

горных выработок» предлагаются передовые технологии фиторемедиации с использованием биоинженерных способов на основе биополотен (биотекстиля, биоматов) и травянистых, травяно-кустарниковых, кустарниковых растений, образующих разветвленную корневую систему. Верно подобранные растения и правильное выполнение технологии могут обеспечить долгосрочную защиту от эрозии и восстановить нарушенные территории. Биоинженерные способы восстановления почв имеют свои ограничения, такие как освещенность, гидрологические условия, крутизна откоса, поэтому каждый раз необходимо учитывать экологические условия на исследуемой территории [2].

С.В. Ковшов в работе «Использование биогазовых технологий в целях рекультивации карьеров» предлагает потенциал создания субстрата для биологического этапа горнотехнической рекультивации, который представляют биогазовые технологии и вермитехнология. Наибольший эффект этой технологии достигается при их совместном использовании [3].

В ряде своих научных работ В.А. Андроханов и И.С. Семина рассматривает вариант одновременного использования снятого плодородного слоя почвы для размещения на поверхности отвалов, что не сложно сделать в условиях пологого залегания угольных пластов, так как на таких разрезах преобладает внутреннее отвалообразование. В этом случае достаточно лишь скорректировать логистику движения горных пород и отсыпать плодородный слой почвы сразу на верхний, конечный уступ отвалов.

Чтобы сократить время и затраты на проведение рекультивационных работ и снятие плодородного слоя почвы и потенциально-плодородных пород с территории, отведенной для разработки месторождений, необходимо проведение совместных действий. После снятия смесь плодородного слоя почвы и потенциально-плодородных пород необходимо размещать в поверхностных слоях отвалов мощностью от 2 м и выше, что позволяет сократить затраты, прежде всего, на раздельное снятие плодородного слоя почвы и формирование буртов. Формирование более мощного корнеобитаемого слоя, сложенного благоприятными для рекультивации породами, также повышает почвенно-экологическую эффективность восстановительных мероприятий [4, 5].

На основе анализа предложенных технологий рекультивации нарушенных земель, можно сделать вывод, что существующая проблема восстановления нарушенных земель может быть решена лишь частично. Это связано с тем, что большинство применяемых способов рекультивации часто не учитывают специфику территорий и не обеспечивают заданного сокращения негативного влияния техногенно-нарушенных территорий на природные экосистемы.

#### Библиографический список

1. Таразанов И.Г. Итоги работы угольной промышленности России за январь-декабрь 2017 года // Уголь. 2018 г.
2. Тимофеева С.С., Жмурова Т.М. Инновационная технология рекульти-

вации горных выработок// Сборник статей по материалам научно-практической конференции с международным участием. 2017 г. С.1340-1344.

3. Месяц С.В., Волкова Е.Ю. Современный взгляд на рекультивацию породных отвалов горнодобывающей отрасли// Горный информационно – аналитический бюллетень (научно – технический журнал). -2015 г. С.467-478.

4. В.А. Андроханов. Мониторинг почвенного покрова и рациональное использование земельных ресурсов в районах угледобычи// журнал Вестник.- 2014.-№1.-С.126-130.

5.Семина И.С., Беланов И.П., Шипилова А.М., Андроханов В.А. Природно-техногенные комплексы Кузбасса: свойства и режимы функционирования. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2013

УДК 630.618

## **ОЦЕНКА ЛИТОГЕННЫХ РЕСУРСОВ ТЕХНОГЕННО НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ**

**Горбунова А.Р.**

**Научный руководитель: канд. биол. наук Семина И.С.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк, e-mail: garro7991@mail.ru*

В данной статье рассматривается оценка литогенных ресурсов техногенно нарушенных земель, изучается вскрышная порода и ее пригодность для рекультивации нарушенных земель. Выполнена оценка валового содержания тяжелых металлов во вскрышной породе техногенных ландшафтов по методике эмиссионного спектрального анализа.

Ключевые слова: вскрышные породы, тяжелые металлы, рекультивация нарушенных земель.

Современное общество все чаще сталкивается с проблемой обеспечения безопасности человека и природной среды от воздействия неблагоприятных техногенных факторов.

Наибольшую техногенную нагрузку на окружающую среду оказывают предприятия горнодобывающих и перерабатывающих отраслей, провоцирующие загрязнения земельных и водных ресурсов, а также атмосферного воздуха. Так, в 2017 г. объем добычи угля в Кузбассе составил 408,9 млн. т, а площадь нарушенных горными работами земель составила более 100 тыс. га [1].

В качестве объектов природной среды, на которые распространяются воздействие техногенных массивов (рецепторов воздействия), выступают: человек, ландшафт, природные воды, атмосферный воздух [3, 5].

Среди многочисленных загрязнителей наиболее токсичными считают-

ся тяжелые металлы (ТМ). Исследования многих ученых направлены на изучение влияния ТМ на живой организм (Пашкевич М.А. 2000 г; Головкин, 2008 г; Закруткин, Шишкина, 2011 г; Чикенева 2013 г; Овсянникова 2014 г и др.), так как они способны накапливаться во всех природных средах.

Тяжелые металлы отличаются от других металлов высоким содержанием промышленных отходов и высокой токсичностью, своей долговечностью и практической не выводимостью из системы «почва-растение-животное-человек». Эти металлы относятся к категории неспецифических загрязняющих веществ, так как присутствуют практически во всех почвах в том, или ином количестве. Накопление тяжелых металлов в почве, в воде, в растениях и у человека вызывает специфические токсикозы и мутагенный эффект.

Цель исследований – изучить техногенное загрязнение вскрышной породы техногенных отвалов. Отбор образцов проводился на техногенных отвалах Краснобродского угольного разреза. Новосергеевское поле филиала «Краснобродский угольный разрез» расположено в северо – западной части Прокопьевско – Киселевского геолого – экономического района Кузбасса. Вскрышная толща в основном представлена двумя литологическими разностями коренных пород Балахонской серии – песчаниками и алевролитами. Песчаники, незатронутые выветриванием, являются наиболее распространенными породами в пределах месторождения. По гранулометрическому составу они подразделяются на тонко-, средне- и крупнозернистые разности. Текстура песчаников слоистая и массивная. Структура алевролитов, незатронутых выветриванием, от тонко- до крупнозернистой, текстура массивная и слоистая. Аргиллиты характеризуются незначительным распространением, они встречаются в виде маломощных прослоев и линз [4].



Рисунок 1 – Краснобродский угольный разрез

Основными микрокомпонентами углей являются витринит, фюзинит, семивитринит и лейптинит. Наиболее распространенным элементом в угле и

вмещающих породах является титан, а также высокие коэффициенты встречаемости имеют никель, кобальт, свинец, медь, галлий. Остальные элементы встречаются редко или совсем отсутствуют.

Валовое содержание тяжелых металлов во вскрышной породе техногенных ландшафтов определялось с использованием атомно-эмиссионного спектрометра ДФС-71 по методике эмиссионного спектрального анализа.

Таблица 1 – Содержание химических элементов (мг/кг) во вскрышной породе

Элементы	Суглинки и глины	Алевриты и аргиллиты	Песчаник	ПДК(ОДК) для почв	Кларк в земной коре	Класс опасности
Pb	10	20	10	32(65)	16	1
Hg	<100	<100	<100	2,1	0,05	1
As	<100	<100	<100	2(5)	1,7	1
Zn	<300	<300	<300	(110)	83	1
Cu	<10	130	<10	66	47	2
Ni	<100	<100	<100	40	58	2
Co	9	12	14	-	18	2
Cr	40	50	120	-	83	2
Mn	180	960	1000	1500	1000	3
W	<10	<10	<10	-	1,3	3
Ba	<100	<100	<100	-	650	3
V	отс.	отс.	отс.	-	0,009	-

Установлено, что валовое содержание тяжелых металлов во вскрышной породе техногенных ландшафтов Краснобродского угольного разреза не превышают предельно допустимых концентраций [2].

Однако наибольшую экологическую опасность представляют подвижные формы тяжелых металлов. Данные соединения легко мигрируют в составе почвенного покрова и накапливаются в живимых организмах. Поэтому, целью дальнейшей работы является анализ распределения подвижных форм тяжелых металлов во вскрышной породе разновозрастных отвалов.

#### Библиографический список

1. Таразанов И.Г. Итоги работы угольной промышленности России за январь-декабрь 2017 года // Уголь. 2018.
2. ГОСТ 17.4.1.02 - 83. Охрана природы. Классификация химических веществ для контроля загрязнения. М., 1983. 12 с.
3. М.А. Пашкевич. Техногенные массивы и их воздействие на окружающую среду. Санкт-Петербург.: Изд-во Недры, 2000. 230 с.
4. Проект горно – транспортной части филиала ОАО «УК» «Кузбассразрезуголь» «Вахрушевский угольный разрез» 2008.
5. Семина И.С., Беланов И.П., Шипилова А.М., Андроханов В.А. При-

родно-техногенные комплексы Кузбасса: свойства и режимы функционирования. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2013

УДК 552

## **ЦЕННЫЕ И ПОТЕНЦИАЛЬНО-ЦЕННЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ УГЛЕЙ ЧЕРНОКАЛТАНСКОГО УГОЛЬНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ**

**Жидких А.В.**

**Научный руководитель: канд. геол.-минерал. наук, доцент  
Антонова В.А.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк, e-mail: <http://www.sibsiu.ru>*

Проведен анализ причин концентрации ценных и потенциально-ценных элементов углей по табличным данным геологического отчета. В результате установлены закономерности их накопления и выявлены промышленные перспективы участка «Замковый» на добычу ценных и потенциально-ценных элементов.

Ключевые слова: ценные и потенциально-ценные элементы, уголь, адаптивный анализ.

В последнее время в России наблюдается значительное сокращение объема геологоразведочных работ (ГРР) и сокращение прироста запасов. Около половины разведанных месторождений с балансовыми запасами в условиях рыночной экономики становятся условно рентабельными и даже нерентабельными для разработки. Эти обстоятельства свидетельствуют о необходимости комплексного освоения рентабельных месторождений, а также о необходимости вовлечения в переработку отходов минерального сырья.

Извлечение ценных цветных и редких металлов возможно из углей и из золо-шлаковых отвалов энергетических предприятий. В углях, так же как и в рудах, отмечаются повышенные концентрации ряда ценных металлов – галлия, германия, ванадия, вольфрама, ниобия, титана, циркония и некоторых других. Следовательно, попутные полезные компоненты углей Кузбасса можно считать перспективной местной минерально-сырьевой базой ряда ценных металлов, обеспечивающих часть потребности промышленности Кемеровской области и Сибирского региона, а также перспективными для экспорта. В Кузбассе ежегодно накапливается до 15 млн. т. золо-шлаковых отходов (включая металлургические и другие предприятия), в том числе из 2,6 млн. т. ежегодного выхода золы и шлака на ТЭС области, 2,4 млн. т. в виде золо-шлаковых смесей, способом гидроудаления отправляется в отвалы (в настоящее время их накоплено около 40 млн. т. и не менее 20 млн. т., которые можно использо-

вать в бетонах и строительных растворах). С учетом относительно невысоких содержаний большинства цветных и редких металлов в углях (в основном это эпигенетические и, реже, сингенетические аномалии) практический интерес представляет извлечение ценных цветных и редких металлов из золошлаковых отвалов ТЭС, где их запасы могут составить тысячи тонн, десятки тысяч тонн и более. Ценные металлы можно также извлекать из зол уноса, где их содержание в 2–3 раза выше, чем в золоотвалах.

Для установления закономерности накопления и выявления промышленных перспектив участка «Замковый» Чернокалтанского угольного месторождения на добычу ценных и потенциально-ценных элементов был проведен анализ причин концентрации ценных и потенциально-ценных элементов углей по табличным данным геологического отчета [18]. Полуколичественный спектральный анализ керновых проб угля был проведен в период до разведки, выполненный в Центральной лаборатории ПГО «Запсибгеология». С целью определения содержания редких и рассеянных элементов спектральным методом проанализировано 48 угольных проб на 32 химических элемента. По данным справочников «Ценные и токсичные элементы в товарных углях России» (1996) и «Марочный состав углей и их рациональное использование» (1994) были выявлены содержания этих элементов, большинство, из которых не имеют промышленной значимости. Средние содержания лития, скандия (кроме пласта 3-3а), ванадия, висмута, вольфрама, бария, галлия, германия, иттрия, иттербия, марганца, молибдена, серебра, свинца, сурьмы, цинка, меди, кобальта, никеля, титана, циркония (кроме пласта 7), олова, ниобия, тантала, хрома и бериллия по всем пластам близки к кларкам и средним фоновым содержаниям для углей. Выше фоновых установлены содержания лантана, кобальта, стронция в большинстве пластов. Содержания, которые могут являться промышленно значимыми, обнаружены по литию в пласте 11-11а, никелю в пласте 9а, цирконию в пласте 7.

По всей вероятности, содержание примесных элементов отражает завершающую стадию углефикации, другими словами распределение примесных элементов соответствует условиям вывода угольных пластов из глубоких горизонтов. Однако принятые определения марочного состава углей по выходу летучих компонентов опровергает вышеприведенный тезис. То есть из общепринятого правила следует, что распределение примесных химических элементов в угольных пластах обусловлено факторами и их трендом при погружении осадочных слоев (при прогрессирующем метаморфизме). Поэтому картину распределения примесей необходимо рассматривать в связи с ростом температуры и давления.

Исследование содержания ценных и потенциально-ценных элементов проводилось при помощи метода адаптивного анализа, что позволяет провести геолого-генетическую интерпретацию математических моделей формирования примесного состава угля [17].

Методология адаптивного анализа включает в себя:

1. Определение факторов внешней среды, к которым данный объект адаптируется

2. Нахождение адаптивных параметров объекта, с помощью которых объект адаптируется к факторам внешней среды.

В случае анализа распределения примесных элементов, объектом нижнего уровня является атом химического элемента, а его основными адаптивными параметрами являются температура Дебая и расстояние до инертного газа.

Адаптация химического элемента включает в себя, помимо реагирования на температуру среды и на давление в массиве, возможность его перемещения путем твердофазной диффузии, которая обеспечивает уход атома химического элемента из неблагоприятной среды и последующий его минерогенез в благоприятной среде.

Технология геолого-генетического анализа явления адаптации химических элементов в процессе их минерогенеза включает в себя построение и анализ диаграмм: «Содержание примесных элементов», «Температура Дебая», «Расстояние до инертного газа», «Расстояние до инертного газа», где размер пузырьков соответствует электроотрицательности примесных элементов, «Расстояние до инертного газа», где размер пузырьков соответствует температуре Дебая, «Расстояние до инертного газа», где размер пузырьков соответствует атомной массе, «Расстояние до инертного газа», где размер пузырьков соответствует атомному радиусу, «Электроотрицательность», «Атомная масса», «Атомный радиус».

В результате исследования полученных диаграмм были сделаны следующие выводы:

1. Содержание примесных элементов в угле указывает на решающую роль матричных элементов торфа (на стадии диагенеза) и угольного вещества (на стадии углефикации) на захват примесей и удержание их в угольном пласте.

2. Содержание примесей и их распределение в угле контролировали импульсно-матричные процессы, влияющие на их твердофазную диффузию (на их вхождение и удержание в составе матричных элементов угля), а также на их взаимодействие с флюидами ( $H_2O$ ,  $OH^-$ ), с растворенными газами ( $CO_2$ ,  $CH_4$ ) и др.

Таким образом было выявлено, что промышленную значимость представляют три химических элемента (по содержанию элемента в сухом угле): Li (по пласту 11-11а), Ni (по пласту 9а), Zr (по пласту 7).

К сожалению, технология извлечения лития и никеля из углей или их золы в мировой практике в настоящее время не найдена, извлечение циркония из золо-шлаковых отходов может представлять интерес для недропользователя.

#### Библиографический список

1. Халфин, Л. Л. Стратиграфии среднего и верхнего палеозоя / Л. Л. Халфин. – Кемерово : Наука, Москва, 1981. – 136 с.

2. Подобина, В. М. Материалы по палеонтологии и стратиграфии За-

падной Сибири / В. М. Подобина. – Томск : Издательство Томского университета, 1989. – 144 с.

3. Яворский, В. И. Геология СССР том 16 Кузнецкий Бассейн / В. И. Яворский, М. Усов, А. – : Государственное издательство геологической литературы, 1940. – 750 с.

4. Заика-Новацкий В.С., Казаков А.Н. Структурный анализ и основы структурной геологии: учеб. пособие. – К.: Выща шк. Головное изд-во, 1989.-279 с.: ил.

5. Классификация тектонических разрывов угольных пластов по их морфологическим признакам и величинам. Л., 1981, 22 с.

6. Н.Ф., Столбова. Петрология углей / Столбова. Н.Ф., Исаева. Е.Р.. – Томск : Издательство Томского университета, 2013. – 66 с.

7. Еремин И.В., Броновец Т.М. Марочный состав углей и их рациональное использование. Справочник. М., «Недра», 1994, 254 с., илл.

8. Хрусталева Г.К., Труфанов В.Н. Геология и промышленные типы месторождений твердых горючих ископаемых: Учебник. – Ростов н/Д: Изд-во ЮФУ, 2007. – 240 с.

9. Гюльмалиев А.М., Головин Г.С., Гагарин С.Г. Классификация горючих ископаемых по структурно-химическим показателям и основные пути использования ископаемых углей. М.: НТК «Трек», 2007. 152 с.,

10. Бутовецкий, В. С. Исследование углей на обогатимость / В. С. Бутовецкий, Е. М. Погарцева, Т. Г. Фоменко. – М. : Недра, 1978. – 262 с.

11. Ценные и токсичные элементы в товарных углях России. Справочник. – М., Недра, 1996.

12. И.В. Еремин, Броновец. Справочник «Марочный состав углей и их рациональное использование» Москва, Недра, 1994. – 253 с.

13. Гумиров, Ш. В. Основы теории адаптации неживых объектов и адаптивный анализ в геологии – Новокузнецк : Интеллект, 1993. – 412 с.

14. Гумиров, Ш. В. Импульсно матричная химия – Новокузнецк : Интеллект, 2018. – 350 с.

15. Анфёров, Б. А. Угли Кузбасса: химические элементы-примеси и технологии их извлечения при комплексном освоении месторождений / Б. А. Анфёров. и др. – Кемерово : ИУ СО РАН, Кемерово, 2011. – 310 с.

16. Арцер А.С., Протасов С.И. Угли Кузбасса: происхождение, качество, использование. Кн. 1. –Кемерово: Кузбасс. гос. техн. Ун-т, 1999.-177с.

17. «Математический анализ распределения редкоземельных и примесных элементов в минералах» (Гумиров Ш.В., 2014г.)

18. Ющенко А.С., Шитова Л.П. «Геологический отчет по доразведке поля разреза «КАЛТАНСКИЙ» и детальной разведке Замковой части Чернокалтанской антиклинали (обобщение материалов разведочных и эксплуатационных работ по состоянию на 01.01.90г.), Кемерово, 1991. Архив ОАО «УК «Кузбассразрезуголь», инв. № А-15.

19. Техничко-экономическое обоснование постоянных разведочных

кондиций для подсчета запасов каменного угля в границах участка «Замковый» по лицензии КЕМ 01794 ТЭ Чернокалтанского каменноугольного месторождения». ООО «Главное ПКБ Кузбасса». Кемерово, 2014. Архив ОАО «УК «Кузбассразрезуголь», инв. № А-304.

20. Шварц С.В., Незефи В.А. «Геологический отчет с подсчетом запасов каменного угля в границах лицензии ОАО «УК «Кузбассразрезуголь» КЕМ 11709 ТЭ на Чернокалтанском каменноугольном месторождении». Кемерово, - 2013 г.

УДК 504.06

## **ОТХОДЫ УГЛЕДОБЫВАЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ И СПОСОБЫ ИХ УТИЛИЗАЦИИ НА ПРИМЕРЕ ПРОКОПЬЕВСКОГО УГОЛЬНОГО РАЗРЕЗА**

**Кротенок М.В**

**Научный руководитель: канд. геогр. наук, доцент Адаменко М.М.**

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

В данной статье рассмотрены основные виды отходов угледобывающей отрасли и способы их утилизации на примере ЗАО «Прокопьевский угольный разрез», а также проведен анализ основных способов вовлечения угольных отходов во вторичное производство. Материалами для написания данной статьи явилась проектная документация предприятия, которая была изучена в процессе прохождения практики летом 2018 года.

Ключевые слова: отходы, горнопромышленный комплекс, минерально-сырьевые ресурсы.

Горнопромышленный комплекс России является одним из крупнейших источников нарушения земель и загрязнения окружающей среды. Основная часть отходов (свыше 90%) в минерально – сырьевом секторе РФ связана с добычей полезных. Из всей массы отходов перерабатывается только половина, остальная размещается в виде техногенных объектов или захоранивается. Сложившаяся в РФ ситуация в области обращения с отходами горного производства, а именно низкая рыночная мотивация, отсутствие стимулов к использованию отходов горного производства горными компаниями и целостной государственной политики в этой сфере деятельности ведут к росту массы отходов в перспективе.

Отходы горного производства – это неиспользуемые продукты добычи и переработки минерального сырья, выделяемые из массы добытого полезного ископаемого в процессах разработки месторождения. Горнодобыва-

ющее угольное предприятие ЗАО «Прокопьевский угольный разрез» классифицирует отходы производства на отходы, получаемые попутно в процессе добычи (извлечения) природных ресурсов и представляющие собой не-преобразованные природные вещества, выделенные из исходных природных структур и объектов; отходы электроэнергетики; топливной промышленности; бытовые отходы. Все отходы производства классифицируются по степени вредного воздействия на окружающую природную среду:

- 1 класс – очень высокая;
- 2 класс – высокая;
- 3 класс – средняя;
- 4 класс – низкая;
- 5 класс – очень низкая.

Основными крупнотоннажными технологическими отходом, образующимися в процессе производственной деятельности разреза, являются вскрышная порода (26 335,5 т/год), а так же лом черных металлов несортированный (96,047 т/год) [2].

Данные виды отходов относятся к 5-ой степени опасности. Лом черных металлов несортированный по мере накопления передается организации ООО «Втормет» для вторичного использования по договору № 171/11-М от 01.10.2011 г. Вскрышная порода используется для поэтапной рекультивации нарушенных земель. Для рассматриваемой территории направление рекультивации определено как санитарно-гигиеническое. Основной целью этих мероприятий является снижение техногенного воздействия на природу.

Помимо основных видов отходов, на горнопромышленном предприятии так же образуются отходы при эксплуатации и ремонте спецтехники: тормозные колодки отработанные; свечи зажигания автомобильные отработанные; обтирочный материал, загрязненный маслами (содержание масла менее 15 %); аккумуляторы свинцовые отработанные не поврежденные, с неслитым электролитом; шины пневматические отработанные; масла моторные отработанные; масла трансмиссионные отработанные; масла гидравлические отработанные, не содержащие галогены; автомобильные воздушные фильтры (отработанные фильтры транспортных средств); автомобильные масляные фильтры (отработанные фильтры транспортных средств); автомобильные топливные фильтры (отработанные фильтры транспортных средств), в процессе жизнедеятельности трудящихся: мусор от бытовых помещений организаций несортированный (исключая крупногабаритный); отходы (осадки) из выгребных ям и хозяйственно-бытовые стоки; текстиль загрязненный (списанная спецодежда).

Еще одним видом отходов предприятия являются золошлаки от сжигания углей, которое ЗАО «ПУР» принимает от сторонних организаций и размещает их на внешнем отвале № 1. Присоединение ЗАО « ПУР» к ООО «Черниговская автобаза» привело к тому, что перечень и количество отходов предприятия за один рабочий год увеличились, и предприятию было необхо-

димо получить новую лицензию на осуществление деятельности по сбору, использованию, обезвреживанию, транспортировке и размещению отходов I-IV класса опасности.

Было выяснено, что все виды отходов, образующиеся в ходе проектируемой деятельности, по мере накопления транспортной партии передаются сторонним организациям. ЗАО «ПУР» имеет заключенные договоры с подрядчиками по процессу обращения с отходами: отходоперевозчиками, отходопереработчиками или лицами, эксплуатирующими объекты размещения отходов и имеющими лицензии и лимиты размещения отходов. Основные предприятия, с которыми взаимодействует разрез являются: ООО «Русский лес», ООО «Азот Черниговец», ООО «Чистый город», ООО «Второмет».

Подводя итог, можно заключить, что проектная документация предприятия ЗАО «ПУР» предусматривает частичный или полный вывоз или передачу другим предприятиям отходов горнодобывающего предприятия, за исключением вскрышной породы, которая размещается на внешнем и внутреннем отвалах. Следует отметить, что предприятием не предусматривается вторичное использование вскрышной породы.

#### Библиографический список

1. Мосейкин В.В., Гальперин А.М., Ермолов В.А., Круполеров В.С. Анализ ситуации с горнопромышленными отходами (геоэкологические аспекты) // ГИАБ. 2013. №1. Научная электронная библиотека Киберленинка. - [Электронный ресурс]. - URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-situatsii-s-gornopromyshlennymi-othodami-geoeologicheskie-aspekty>

2. Технический проект обработки запасов каменного угля открытым способом на участке недр Прирезка Прокопьевско-Киселевского каменноугольного месторождения // Раздел 8 - Перечень мероприятий по охране окружающей среды // Книга 1 - Пояснительная записка 126-11 – ООС, 2014. - 173с.

УДК 553

## НОВЫЙ ПОЛИГОН ДЛЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ПРАКТИКИ

**Кречун К.Л., Обухова Н.А.**

**Научный руководитель: канд. геол.-минерал. наук,  
доцент Гумиров Ш.В.**

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

В данной статье рассматриваются основные аспекты прохождения учебной обзорной геологической практике на новом полигоне. В процессе практики изучаются трещины отрыва, скола, перемещение слоёв горных по-

род, описываются угольные пласты и особенности рельефа местности.

Ключевые слова: геологическая практика, полигон, угольный пласт.

В настоящее время достаточно актуальной является проблема с определением места проведения учебной обзорной геологической практики. Она вызвана отсутствием возможности выезда студентов на работающие угольные разрезы, в тоже время изучение строения угольных пластов и вмещающих пород является необходимой частью полевой геологической практики. Проблема усугубляется отсутствием транспорта для перевозки студентов. Поэтому актуален выбор такого полигона, который бы соответствовал требованиям по наличию угольных пластов, близкому расположению к городу Новокузнецку, наличию пассажирского транспортного сообщения, отсутствие работающих машин и механизмов на полигоне, что является гарантией безопасного проведения учебной обзорной практики со студентами.

Летом 2018 года группа ГГ-17 впервые провела учебную обзорную геологическую практику на новом полигоне, который полностью соответствует предъявляемым требованиям. Площадь полигона располагается вблизи села Красина, в 20 минутах езды от института и в километре от автомобильной трассы Сосновка – Прокопьевск.

Место проведения учебной практики расположено рядом с большим прудом, в долине небольшого ручейка. Движение транспорта по прилегающей грунтовой дороге отсутствует.

По Северному борту долины ручейка проходит обнажение угленосной толщи протяженностью 600 метров и высотой двух уступов по 4 и 20 метров. Уступы образовались в результате проведения эксплуатационно-разведочных работ по вскрытию угольных пластов Степановским разрезом. Разведка показала отсутствие мощных пластов (10-20 метров), пригодных для разработки открытым способом. В настоящее время Степановский угольный разрез располагается в 5 километрах юго-восточнее от села Красина и от описываемого полигона.

Уступы обнажения горных пород возникли в ходе проведения вскрышных работ, выполненных буровзрывным способом с последующим перемещением взорванных пород путем их вывоза за пределы территории. Это привело к возникновению уникального обнажения углевмещающих пород и 4 угольных пластов, мощностью от 30 см до полутора метров, а также горелых пород на небольшом участке в кровле одного из пластов (рисунок 1).

Угленосные отложения полигона представлены следующими породами:

- аргиллит мощностью 0,5м, черного и темно – серого цвета, с плавным переходом, косой слоистостью, мелкозернистый и углом падения 42° (рисунок 2);

- алевролит мощностью 1,5м, с прослоями сидерита, серого и светло – серого цвета, с плавным переходом, косой слоистостью, мелкозернистый и углом падения 42° (рисунок 3);

- уголь мощностью 2м, серого и коричневого цвета, с резким переходом и углом падения  $42^\circ$  (рисунок 4);

- углистый сланец мощностью 0,5м, черного и темно – серого цвета, с плавным переходом, мелкозернистый и углом падения  $42^\circ$  (рисунок 5);

Взрывные работы, проведенные в ходе эксплуатационных разведочных работ, обнажили большие площади трещиноватых песчаников (рисунок 6).



Рисунок 1- Аэрофотоснимок площади полигона



Рисунок 2- Аргиллит



Рисунок 3-Алевролит



Рисунок 4 – Угольный пласт



Рисунок 5 – Углистый сланец



Рисунок 6 – Трещиноватый песчаник

По горным породам обнажения (рисунок 7) велось изучение процессов трещинообразования в полевых условиях, трещин отрыва, скола, перемеще-

ние слоев горных пород в ходе тектонических процессов. Попутно изучались слоистость тонко-, крупнозернистых песчаников и алевролитов.



Рисунок 7 – обнажение горных пород

На основании успешного прохождения практики можно сделать вывод о целесообразности использования полигона в учебном процессе при подготовке инженеров-геологов.

УДК 553.3/9(571.17)

## **СКАРНОВЫЕ ЖЕЛЕЗОРУДНЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

**Рахуба О.А., Карасёва В.В., Лапшова Е.О.**

**Научный руководитель: канд. геол.-минерал. наук,  
доцент Тетерина И.И.**

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

Железорудное сырье является стратегическим для развития экономики нашей области и поэтому важно детальное изучение уже известных месторождений, а также открытие новых. Материалом для статьи послужила информация, полученная в процессе изучения курса «Проектная деятельность 2»; была изучена коллекция руд железорудных месторождений и специальная литература.

Ключевые слова: месторождение, железная руда, скарн, метасоматоз, магнетит.

Основным сырьем для металлургических заводов Западной Сибири являются легкообогатимые и богатые магнетитовые руды месторождений скарновых формаций. В Кемеровской области важнейшие железорудные месторождения расположены в Горной Шории и Кузнецком Алатау (рисунок 1). Их запасы составляют более 1млрд. т. Железорудные месторождения Кемеровской области относят к магнетитовой скарново-гидросиликатной формации Алтае-Саянского типа. Наиболее крупные эксплуатируемые месторождения образуют группы: Тайдонскую (Ампалькское), Ташелгино-Майзасскую (Ташелгинское), Кондомскую (Таштагольское, Кочуринское, Шерегешевское, Шалымское), Тельбесскую (Сухаринское, Темиртауское и Казское) [1, 3, 5].

Термин «скарн» возник в центральной Швеции, где он применялся горняками для обозначения грубозернистой известково-силикатной жильной породы, связанной с железной рудой. Этот термин широко использовался для обозначения разностей известково-силикатных пород, которые обогащены кальцием, железом, магнием, алюминием и марганцем и которые образовались путем замещения первичных богатых карбонатами пород.

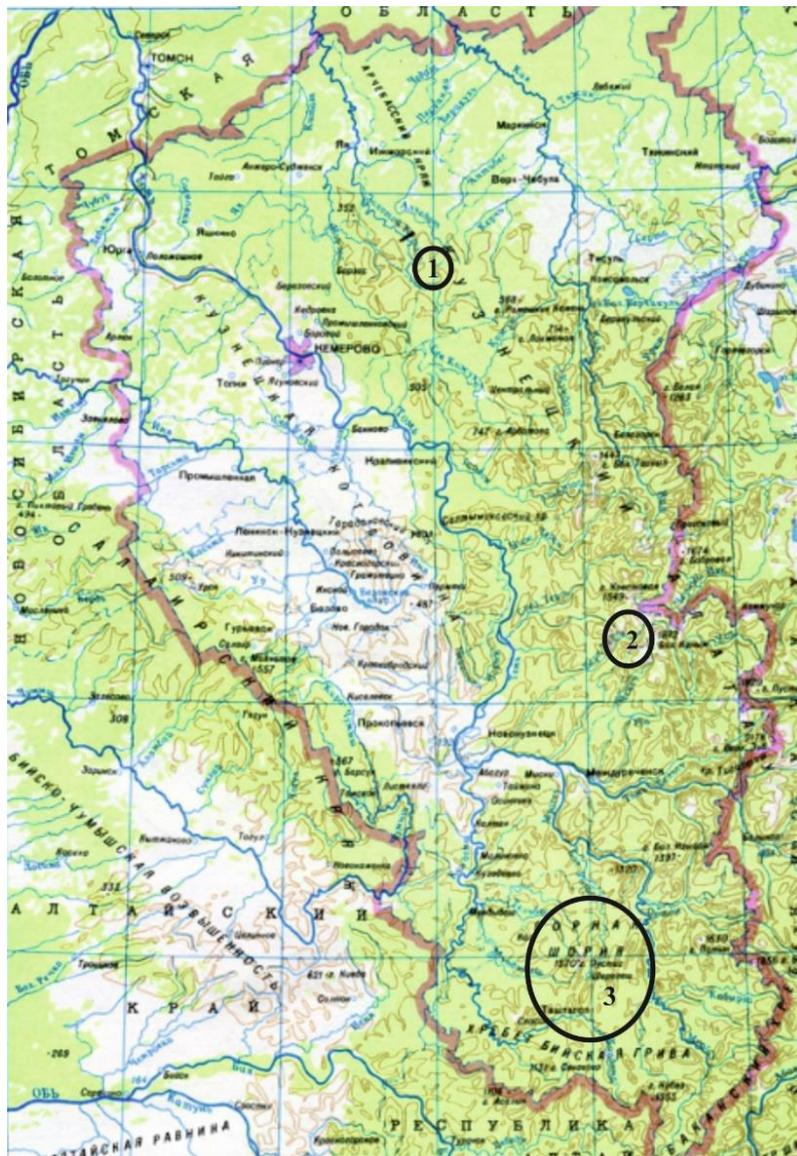
Скарны образуются в результате комбинированного воздействия тепла интрузий и горячих минерализованных газовой-жидких водных растворов.

При становлении любого интрузивного тела вмещающие породы испытывают термальней изохимический метаморфизм. По сланцам образуются контактовые роговики, по песчаникам — кварциты, по известнякам — мраморы. Зоны этих преобразований сплошным ореолом развиваются вокруг интрузий на любой глубине и при любом давлении.

Под влиянием флюидов, выделявшихся из затвердевавшей интрузии в ее эндо- и экзоконтактах протекали аллохимические метасоматические процессы, образовавшие скарны. Эти явления происходили на гипабиссальных глубинах, где внутреннее флюидное давление смогло преодолеть внешнюю литостатическую нагрузку. Оптимальный диапазон глубин скарнообразования составляет 0,5 - 2,5км [4].

Скарновые (контактово-метасоматические) месторождения наблюдаются на всех континентах. Только скарновых железорудных месторождений известно около 2800. В пределах Алтае-Саянской складчатой металлогенической провинции формирование контактово-метасоматических месторождений проходило длительно, полициклично, в течение огромного промежутка времени, в процессе превращения изначального палеокеанического бассейна в складчатые пояса. Неоднократно осуществлялась смена геодинамических режимов, периодов растяжения и сжатия, сопровождавшихся образованием разновозрастных систем. Месторождения приурочены к толщам широкого стратиграфического диапазона от рифея до кембрия. Источник рудного вещества —

щелочные постмагматические растворы, связанные с интрузиями. Эти растворы выносили железо из самих интрузий и откладывали его в трещинных зонах легко замещаемых пород, особенно карбонатного состава [1, 3].



1 – Тайдонский, 2 – Терсинский, 3 – Ташелгинский, Тельбесский и Кондомский

Рисунок 1 – Железорудные районы Кемеровской области

Месторождения размещаются в крупных структурах грабен-синклинального типа. Они приурочены к древнему Кузнецко-Алатаусскому разлому-раздвигу. В их составе выделяют пять рудных районов: Тайдонский, Терсинский в Кузнецком Алатау, Ташелгинский, Тельбесский и Кондомский в Горной Шории. Рудоконтролирующим фактором являются складчатые и особенно разрывные нарушения. На месторождениях формировались комплексные руды, их образование проходило как на стадии собственно скарнирования, так и на гидротермальной стадии замещения (метасомато-

за) и представляет собой единый генетический ряд. Комплексные руды содержат золото, цветные металлы, молибден. В зависимости от состава скарнируемых карбонатных пород оруденение связывают с известковыми или магнезиальными скарнами [3].

Тайдонский рудный район расположен в северной части Кузнецкого Алатау в составе структур Тайдонского грабена, протягивающегося с юго-востока на северо-запад более чем на 150 км при ширине около 25 км (рисунок 1). Ампалыкское месторождение расположено в северной части грабена между реками Золотой Китат и Алчедат, в 40 км от ст. Барзас. Месторождение представлено скарно-рудной зоной северо-западного простирания длиной 9 км. Пласто- и линзообразные рудные тела по простиранию достигают 1500 м, по падению более 500 м. Месторождение перекрыто чехлом юрских угленосных отложений мощностью 130-170 м. По составу руды магнетитовые (68%) и сульфоарсенидо-магнетитовые (14%). В рудах установлены кобальт, медь, никель, серебро, золото, что позволяет относить их к комплексным рудам. Запасы железных руд оцениваются примерно в 200 млн. т при среднем содержании железа 29,3% [3].

Терсинский рудный район расположен в осевой части Кузнецкого Алатау в истоках рек Верхней Терси и Кибраса к западу от г. Большой Каным. Рудоносная зона располагается в пределах Канымской грабен-синклинали, заполненной осадочно-вулканогенными отложениями среднего кембрия. Рудовмещающая часть толщи (400-500 м) состоит из рассланцованных туфов, туфопесчаников, туфоалевролитов, пропластков известняков и линзовидных залежей магнетитовых руд. На Лавреновском месторождении размеры рудных тел по простиранию от 440 до 1300 м, мощностью до 80 м. Руды магнетитовые, содержание железа от 33 до 61%. Руды преимущественно гидросиликатные и только на Лавреновском участке, где выявлены гранаты (до 12%), – скарновые.

Ташелгинский рудный район расположен в северной части Горной Шории, в правом борту р. Мрассу. Общая длина рудной зоны – 17 км.

Ташелгинское месторождение представлено двумя линейными рудными зонами. Участки восточной зоны располагаются вдоль контакта амфиболитов с мраморами на протяжении 9 км. Плоскость контакта осложнена флексуорообразными перегибами, к которым примыкают раздувы рудных залежей. Характерно развитие скарнов в виде залежей до 150 м. Западная зона размещается среди амфиболитов вдоль залегающего среди них горизонта мраморов. Здесь распространены пироксены, скаполит, гранаты, тремолит и околорудные магнезиальные и известковые скарны. Руды магнетитовые, сульфидно-магнетитовые, вторичные мартитовые (магнетит, замещенный гематитом) при содержании железа до 46 %. Прогнозные ресурсы района оцениваются до 200 млн. т [3].

Тельбесский рудный район расположен в северо-западной части Горной Шории в составе блоковых структур Тельбесской субширотной ориентированной грабен-синклинали, имеющей размеры 100 × 30 км. С юга

и юго-востока она четко ограничена разломом, с севера и северо-запада – отложениями Кузнецкого прогиба. В составе блоковых структур выделены горст-антиклинальные выступы, ограниченные тектоническими нарушениями. Большая часть промышленных залежей руд сосредоточена в вулканогенно-осадочной толще нижнего и среднего кембрия.

*Месторождение Сухаринское.* Открыто в 1773 году местными жителями, разведка месторождения проводилась до 1971 года. В пределах рудного поля выявлено 12 участков. Рудные тела залегают в зонах фациальных переходов от карбонатных к вулканогенным породам, имеют форму согласных залежей длиной по простиранию до 1600 м, по падению до 700 м. Руды в основном скарново-магнетитовые. Среднее содержание железа в рудах – 41,3%, серы – более 2 %, фосфора – 0,1 %. Запасы месторождения на 1985г оценивались в 63 млн т [3, 5].

*Месторождение Темир-Тау и рудопроявления Верхний Учulen, Большая Гора, Полгаиты, Шор-Шолбан* размещены в верховьях реки Учulen. Месторождение (ныне отработанное) открыто в 1897 году и с перерывами разведывалось до 1988г. Руды представлены золотосодержащими скарново-магнетитовыми и сульфидно-кварцитовыми залежами. Месторождение представляло собой столбообразную скарново-рудную зону площадью 1250×520 м, вертикальной протяженностью более 900 м. Общие запасы магнетитовых руд составляли 0,5 млн. т.[5].

*Месторождение Тельбес* расположено в северо-западной части района, в 6 км от ст. Мундыбаш, разведывалось с 1893 по 1963 годы, ныне отработано, добыто для КМК 1,682 млн. тонн руды. Главные типы руд были амфибол-магнетитовые и амфибол-гранат-магнетитовые. Особенность месторождения – наличие в рудах кобальт-содержащих минералов, содержание кобальта в отдельных пробах достигало 14 % [3].

*Казское месторождение* расположено в бассейне р. Большой Каз и является продолжением рудоносных структур Темир-Таусского рудного поля. Месторождение состоит из пяти участков, эксплуатируется с 1961 г. Руды ассоциируют с известковыми и магнезиальными скарнами. Руды магнетитовые и сульфидно-магнетитовые с содержанием железа до 46%. На месторождении выявлены комплексные золото-серебросодержащие руды со средним содержанием золота от 1,9 до 19,0 г/т, серебра от 5 до 40 г/т. На основе геохимических данных ресурсы золота и серебра оцениваются в 457 и 4040 т соответственно.

*Тазское месторождение* расположено в 30 км восточнее Казского месторождения. Состоит из шести рудных участков, из которых Пыхтунский участок наиболее крупный (80% запасов руд месторождения).

*Кондомский рудный район* располагается в юго-западной части Горной Шории, в верховьях р. Кондомы. Территория Кондомского железорудного района представляет собой грабен, ограниченный двумя крупными региональными разломами (Кондомским и Таензинским). По обе стороны от грабена располагаются Бийский горст-антиклинорий и Мрасский антиклинорий

рий, образованные существенно карбонатными отложениями верхнего протерозоя. Грабен вытянут в субмеридиональном направлении и сложен осадочно-вулканогенными отложениями кембрия и ордовика [1, 5].

*Таштагольское и Кочуринское месторождения* представляют единое рудное поле. Таштагольское месторождение приурочено к одноименной вулcano-купольной структуре, поэтому рудная зона представляет собой единое тело, образующее в плане кольцо. Два крупных субмеридиональных нарушения расчленяют рудную залежь на ступенчато погружающиеся к востоку блоки. Площадь рудного поля 6 км<sup>2</sup>.

По генезису месторождение – контактово-метасоматическое. Рудные тела пласто- и линзообразной формы залегают среди гранатовых, эпидот-гранатовых скарнов. Рудные тела залегают согласно с вмещающими породами; мощность тел 5-65 м, угол падения 80-85 градусов.

Руды магнетитовые (95 %), реже сульфидно-магнетитовые и гематит-магнетитовые. Запасы месторождения - более 373,7 млн. т руды при среднем содержании железа 45 %.

*Шерегешевское месторождение* находится в 30 км к северо-востоку от железнодорожной станции Таштагол. Месторождение приурочено к северному борту Кондомской грабен-синклинали. В рудной зоне развиты магнетитовые и известковые скарны, гидросиликатные околорудные метасоматиты. Скарново-рудные зоны месторождения имеют пласто- и линзообразную формы и согласно с вмещающей толщей пологое залегание. Основным минералом в рудах является магнетит, второстепенные – пирит, пирротин, халькопирит, сфалерит, галенит, редко встречаются арсенопирит, кальцит, доломит, родохрозит. В скарнах преобладает гранат, эпидот, амфибол. Запасы руд – 234 млн. т, при среднем содержании железа 35 %.[5].

Интенсивные поиски, разведка и разработка месторождений железных руд на территории Кемеровской области началась в конце 20-х годов прошлого столетия. В последние годы, в результате проведенных геохимических исследований, установлено широкое распространение многостадийных гидротермально-метасоматических процессов, в результате которых образуются комплексные железные руды, включающие золото, серебро, цветные металлы, молибден, уран. Поэтому необходима геолого-экономическая переоценка уже разведанных месторождений, которая позволит оценить перспективы их комплексного освоения.

#### Библиографический список

1. Железорудные месторождения Сибири. Новосибирск: Наука, 1981. 533 с. Тр. Института геологии и геофизики. Вып. 501.
2. Индукаев Ю.В. Фактические данные о железорудной базе Сибири и современные пути ее использования / Минералогия, геохимия и полезные ископаемые Азии. Выпуск 2. – Томск, 2013. С. 103 – 112.
3. Кондаков А.Н., Возная А.А. Минеральные ресурсы недр Кемеровской

области. Кн.1. Металлические полезные ископаемые. Кемерово: КузГТУ; ООО «ИНТ», 2013.– 290 с.

4. Старостин В.И. Геология полезных ископаемых. М.: Академический Проспект, Трикста, 2004. 512 с.

5. Шпайхер Е.Д., Гутак Я.М., Епифанцев О.Г., Лукин К.Д. Геологическое строение и полезные ископаемые Кемеровской области: Учебное пособие / СибГИУ. Новокузнецк, 2006. 170 с.

УДК 550.8 : 528

## **АКТУАЛИЗАЦИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ КАРТ МАСШТАБА 1:200 000 С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОРОГИДРОГРАФИЧЕСКИХ ДАННЫХ ПРИ ПОИСКОВЫХ РАБОТАХ НА ТВЕРДЫЕ ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ**

**Сычева А.С.**

**Научные руководители: канд. геол.-минерал. наук,  
доцент Мезенцева О.П.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк*

Выявлена необходимость планомерного обновления средне- и крупномасштабных карт автоматизированными технологиями, учитывающими современный уровень развития программно-технических средств.

Ключевые слова: геологическое геокартирование, геоинформационные системы, цифровая модель рельефа, геоморфометрический анализ, линейментный анализ.

Издание геологических карт масштаба 1:200 000 было начато в 1955 г. На сегодняшний день получены принципиально новые геологические материалы. Необходимость планомерного обновления мелко- и среднемасштабных карт обусловлена их «старением» и постоянно возрастающей потребностью в более полной геологической информации для решения природопользовательских и природоохранных задач [8].

Основным подходом к обновлению становится комплексирование макетов геологических карт с результатами интерпретации геофизических, геохимических и дистанционных данных. Систематизировать, обобщить и эффективно задействовать в процессе построения карты накопленный картографический потенциал реально только с применением новейших методик и автоматизированных технологий геологического картографирования на основе геоинформационных систем (ГИС).

Цифровая версия карты значительно расширяет информационную емкость комплекта, дает возможность пространственного представления и

увязки геологических материалов [5, 7]. Существующая технология организации данных цифровых материалов разработана с учетом и на основании совокупности методов, наследуемых от издательского процесса, а именно – файловый способ хранения информации, послойное разбиение полотна карты, жесткая унификация форматов и картографического оформления цифровых моделей (цвет, крап, размер индексов и т.д.).

Для создания цифровой модели рельефа (ЦМР) используются оцифрованные слои с горизонталями, отметками рельефа, озерами, границей участка, а также геометрическая сеть с объектами гидрографии, имеющими направление [9]. В геоморфометрическом анализе растровых ЦМР наиболее часто используются горизонтальная (плановая), вертикальная (профильная) и средняя (общая) кривизна. Общая кривизна, как совокупная мера кривизны земной поверхности, идентифицирует ее выпуклые участки положительными значениями, а вогнутые – отрицательными. Практическое удобство общей кривизны состоит в том, что она в равной мере характеризует оба механизма аккумуляции. Вертикальная кривизна определяет закономерности эрозии и аккумуляции, а горизонтальная – пространственную неоднородность стока. Одновременный учет их обеих помогает лучше понять закономерности перераспределения материала по поверхности в жидкой или твердой форме.

Наиболее четко выраженными и поэтому легко наблюдаемыми линейными элементами рельефа обычно являются водотоки, ориентировка которых чаще всего и сопоставляется с простиранием разрывных нарушений в коренных породах. Если ориентировка гидросети отражает простирания главнейших систем разрывных нарушений в коренных породах, то вполне вероятно, что различная интенсивность проявления нарушений также обуславливает те или иные особенности водотоков.

Для моделирования потока воды по поверхности используются инструменты группы Гидрология (Hydrology). Инструменты Гидрология (Hydrology) получают информацию о водосборном бассейне и водотоках из растров рельефа поверхности. Это процесс требует нескольких инструментов получения информации из поверхности рельефа, представляя их в виде растров бассейна и потока, которые могут быть конвертированы в векторные объекты.

При использовании ЦМР в качестве входных данных инструмента Направление стока (Flow Direction) определяется направление, в котором вода вытекает из каждой ячейки. Инструмент Суммарный сток (Flow Accumulation) позволяет определить, сколько поверхностного стока собирается в каждой ячейке. Ячейки с высоким значением суммарного стока обычно соответствуют речным руслам и руслам потоков. Этот инструмент также определяет местные топографические максимумы (области с нулевым суммарным стоком), например, горные пики и хребты. Порядок водотоков — это метод присвоения числового порядка связям в сети водотоков. Этот порядок — это метод определения типов классификации потоков на основе количества их притоков.

Инструмент Водоток в пространственный объект (Stream to Feature) позволяет создавать векторные пространственные объекты линий водотоков и поверхности направления стока.

Одним из современных методов прогнозирования различных явлений природы может служить планомерное и систематическое изучение широко развитых в теле Земли линейных образований – так называемых линеаментов [4, 6]. Это линейно ориентированные формы рельефа и другие элементы ландшафта, соответствующие обычно зонам повышенной трещиноватости в отложениях осадочного чехла и разломам в фундаменте.

Проявление этих деформаций в рельефе и на космических снимках объясняется тем, что процессы, происходящие на разных глубинных уровнях литосферы, воздействуют на вышележащие слои, передавая тепловой, флюидно-газовый потоки и механические деформации, предопределяя особенности рельефа, геологического строения субстрата и почвенно-растительного покрова.

В рельефе линеаменты образуют закономерно ориентированные зоны линейных понижений в рельефе, прямолинейных границ озер и крупных болот, спрямленных участков речных и ледниковых долин, просадок различного генезиса (карстовых, суффозионных, термокарстовых), разгрузки подземных вод и развития влаголюбивой растительности в аридных районах, уступов, обрывов на склонах горных массивов и седловин на водоразделах и др. Ширина таких зон составляет от первых до десятков километров. Четкость их проявления и ширина линейной аномалии зависят от глубины заложения разлома (мощности перекрывающих образований) и его активности. Чем ближе от земной поверхности расположен погребенный разлом и выше его тектоническая активность (вертикальные и/или горизонтальные перемещения по разлому), тем четче он проявляется.

Одна из важных характеристик выявляемых линеаментов - их группировка, образование пучков, зон [10]. Другая особенность линеаментов, на которую нужно обратить внимание, - образование узлов пересечения линеаментов. Такой узел может свидетельствовать об аномальной плотности пород в этой области.

Возможные направления применения выводов о линеаментной сети могут быть сведены к двум: связи месторождений полезных ископаемых и экологических опасностей с линеаментной сетью.

Крупные месторождения располагаются дискретно, приурочиваясь к зонам пересечения со сквозными линеаментами, где отмечается повышенная тектоническая нарушенность [1, 2]. К примеру, известные ртутные проявления и месторождения располагаются именно в пересечении нарушений продольных, поперечных и диагональных структур. Примерами пространственной связи эндогенных месторождений суши с линиями линеаментной сети могут служить африканские месторождения олова и алмазов, вытягивающихся в прямолинейные цепочки вдоль линий диагональных СВ и ЮВ систем линеаментной сети.

Линеаменты и их системы, но особенно участок сочленения или пересечения линеаментов и их систем являются структурами большей геодинамической подвижности по сравнению с вмещающим пространством геологической среды, а значит и большей современной активности различных геологических процессов, будь то процессы сейсмичности или оползневые явления, повышенная обводненность или раздробленность горных пород, что следует учитывать при планировании и строительстве различных инженерно-технических сооружений, особенно высотных плотин или атомных станций, являющихся, как известно, объектами повышенной ответственности.

Дополнение структурных карт узорами пластики рельефа (его кривизны) резко повышает их информативность. Это влечет за собой значительное увеличение точности оконтуривания месторождений. С большей долей вероятности теперь можно указывать места заложения отбора проб и скважин с максимальными запасами полезных ископаемых.

Также данные карты пластики рельефа можно использовать при описании дна морей и океанов [3, 4]. Зная расположение впадин-аттракторов, можно установить для каждого водоема законы распределения наземного и подводного стока твердых частиц и солей в целях прогнозирования траекторий перемещения загрязнителей, отравляющих веществ, радиоактивных элементов. Это позволит более надежно проводить отбор на химические анализы. Если известно местоположение на дне моря какого-либо загрязнителя (например, контейнер или затонувшее судно с высоким содержанием радиоактивных элементов или нефтепродуктов), то по карте можно точно указать территории возможного распределения загрязнителей и назначить меры по их ликвидации.

С 2000 г. по настоящее время карты пластики под кодовым названием «КОСМ» - карты обзорных свойств местности – внедряются в воинские части России. КОСМ эффективно используются при выборе позиций для средств разведки и управления; при определении рациональных маршрутов выдвижения, перемещения или отдыха; при оценке маскирующих свойств местности в расположении противника и др.

Войска РХБ - (Радиоационной Химической Биологической) защиты вносят следующие предложения по использованию КОСМ: зная направление и силу ветра, становится возможным обозреть и спрогнозировать места аккумуляции отравляющих веществ при авариях или диверсиях на химически и биологически опасных объектах;

- КОСМ позволяет адекватно моделировать движение зараженного облака и спрогнозировать возможные районы заражения.

Карта пластики дает новую, ранее не обнаруживаемую по традиционным картам, информацию о связи рельефа города с его инфраструктурой. Карту можно использовать для выявления скрытых линейные разрывы земной коры на разных глубинах с указанием, какие части зданий, дорог, мостов, линий метрополитена, гаражного строительства находятся в их зоне влияния и

как это влияние может отразиться на их возможном разрушении, а так же дать оценку опасных и менее опасных территорий; определять участки, наиболее подверженные эрозии, просадкам, оползням; точно указывать участки дорог, дворов, крыш домов, наиболее подверженных гололеду, снежным заносам, затоплению талыми и ливневыми водами.

Цифровая версия карты значительно расширяет информационную емкость комплекта, дает возможность пространственного представления и увязки геологических материалов. Наиболее трудоемкие работы, связанные с построением геологических и металлогенических карт, традиционно решались ручным способом. Теперь же есть возможность не только ускорить этот процесс, но и получать новые данные.

#### Библиографический список

1. Анохин В.М. Характеристики глобальной сети планетарной трещиноватости [Текст] / В.М.Анохин, И.А. Одесский.- М. : РАН, Геотектоника 2001. – № 5. С. 3-9.

2. Анохин В.М. Глобальная дизъюнктивная сеть Земли: строение, происхождение и геологическое значение [Текст] / В.М. Анохин.– Санкт-Петербург: Недра, 2006. – 161 с.

3. Анохин В.М. Закономерности направленности линеаментов и разломов дна Российской части Японского моря [Текст] / В.М. Анохин, Л.А. Маслов.- Тихоокеанская геология, 2009. – №2. С. 3-16.

4. Анохин В.М. Особенности строения планетарной линеаментной сети [Текст] :автореф. дис. на соискание ученой степени д-ра географ. наук: 25.00.25 / Анохин Владимир Михайлович. – Санкт-Петербург, 2010. – 33 с.

5. Геологическое строение СССР и закономерности размещения полезных ископаемых. Сибирская платформа. Том 4. [Текст]. – Л.: Недра, 1987. С. 398–412.

6. Кац Я.Г. Основы линеаментной тектоники [Текст]/ Я. Г.Кац, А.И. Полетаев, Э.Ф. Румянцева. – М.: Недра, 1986. – 140 с., с ил.

7. Корчуганова Н.И., Корсаков А.К. Дистанционные методы геологического картирования [Текст]: учебник / Н.И. Корчуганова, А.К. Корсаков. – М.: КДУ, 2009. – 288 с.: ил., табл.

8. Лавриков В.М. Геологическая карта СССР масштаба 1:200 000. Серия Ангаро-Ленская. Лист О-47-XXIII. Объяснительная записка. [Текст] / В.М. Лавриков, В.П. Смолякова. – Москва, 1982. – 96 с.

9. Степанов И. И. Теория пластики рельефа и новые тематические карты / И. Н. Степанов; [отв. ред. В.Н. Филатов, А.С. Керженцев]; Ин-т биологического приборостроения с опытным производством РАН. – М. : Наука, 2006. – 230 с.

10. Чернова И.Ю. Автоматизированный линеаментный анализ [Текст]: учебно-методическое пособие / И.Ю. Чернова, И.И. Нугманов, Р.И. Кадыров. – Казань: Казанский (Приволжский) федеральный университет, 2012. – 38 с.

## **НЕГАТИВНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ ПРЕДПРИЯТИЙ ОТКРЫТОЙ УГЛЕДОБЫЧИ НА АТМОСФЕРНЫЕ РЕСУРСЫ И РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО ИХ ОХРАНЕ(НА ПРИМЕРЕ ТАЛДИНСКОГО УГОЛЬНОГО РАЗРЕЗА)**

**Шарипова Н.В**

**Научный руководитель: канд. геогр. наук, доцент Адаменко М.М.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк, e-mail: nadya\_v2015@mail.ru*

В данной статье рассмотрена проблема загрязнения атмосферного воздуха от предприятий угольной промышленности на примере «Талдинского угольного разреза». Представлены сведения о видах загрязняющих веществ в атмосфере санитарно-защитной зоны разреза, соотношении с ПДК и динамике концентраций с 2015 по 2017 гг. Рассмотрен комплекс мероприятий, направленных на повышение технического уровня охраны атмосферы и сокращение выбросов загрязняющих веществ. Материалами для написания статьи явилась проектная документация и данные мониторинга состояния окружающей среды на предприятии, которые были изучены в процессе прохождения производственной практики летом 2018 года.

Ключевые слова: угольный разрез, атмосферный воздух, взвешенные вещества.

В современном мире загрязнение атмосферного воздуха угольными предприятиями охватывает значительные по площади территории. При открытой разработке месторождений полезных ископаемых происходит загрязнение атмосферы пылегазовыми выбросами как в рабочей зоне, так и на прилегающей территории угольного разреза. Загрязнение атмосферы наносит существенный ущерб качеству окружающей среды, оказывает негативное влияние на здоровье работающего персонала и население, проживающее вблизи угольных разрезов. Выбор и обоснование природоохранных мероприятий с целью снижения негативного воздействия на горнотехнические системы и прилегающую территорию, требуют разработки специальных методов и технологий управления пылегазовыми выбросами в условиях климатических особенностей Кемеровской области.

Характерная особенность угольных карьеров — пылеобразование, вызывается не только производственными процессами, но и естественным выветриванием пород, эрозией почвенного слоя с нарушенным растительным покровом. Пыль, образующаяся в карьерах при различных операциях, — основное вещество, поступающее в атмосферу. В витающей пылесодежится около 9,0-11,7 % свободной двуокиси кремния. Харионовский А.А. в своей

работе «Охрана атмосферы на предприятиях угольной промышленности» отмечает, что по дисперсности большинство пылевых частиц (82,9—97,3 %) имеют размер до 5 микрон [1].

В связи с ускоренным развитием открытого способа добычи угля и строительством мощных угольных карьеров особую важность приобретает их оценка как источников загрязнения воздуха. В целом для Кемеровской области воздух загрязняется более всего в зимнее время, что связано с ухудшением условий рассеивания выбросов. Предприятия угольной промышленности загрязняют воздух пылью, сажой, окислами азота, окисью углерода, сернистым газом и фенолами [2].

Интенсивность пылегазовых загрязнений атмосферного воздуха зависит от совокупности факторов: от используемых технологических и технических процессов; применяемого оборудования на подготовительных, вскрышных и добычных работах; природно-климатических условий района ведения открытых горных работ [2].

Кузбасс - самый большой угольный бассейн в стране. Здесь добывают почти 60 % всего российского угля, действуют 120 угледобывающих предприятий (66 шахт и 54 разреза) и 52 обогатительные фабрики и установки. С каждым годом всё больше добывают уголь открытым способом, так как он считается более экономичным. Но при этом, не придавая большого значения, насколько сильно добыча открытым способом загрязняет непосредственно воздух Кузбасса.

К примеру, работа современной техники на осадочных породах и углях сопровождается выделением значительного количества пыли в атмосферу [3], в результате – запыленность воздуха на рабочих местах во много раз превышает ПДК, помимо вредного влияния на здоровье людей и окружающую среду, ухудшает условия эксплуатации, снижает безопасность и производительность горнотранспортного оборудования, а следовательно, и технико-экономические показатели работы угольных разрезов.

На примере «Талдинского угольного разреза» можно более подробно, разобрать региональную специфику загрязнения атмосферного воздуха угледобывающим предприятием. Основными постоянными источниками выделения пыли на угольном разрезе являются выемочно-погрузочные, транспортные, буровые работы, а также ветровая эрозия (сдувание пыли с обнаженных плоскостей отвалов, угольных и породных уступов). Источниками выделения вредных газов является работа машин и механизмов с двигателями внутреннего сгорания. В состав основных вредных газов входят: окись углерода, окислы азота и серы, сажа.

Проанализировав данные мониторинга загрязнения атмосферного воздуха за 2015-2017 гг. в границах СЗЗ «Талдинского угольного разреза» можно сделать вывод, что по периферии разреза, вблизи грани санитарно-защитной зоны концентрация взвешенных веществ с 2015 года ежегодно понижается, в то время как в районе проведения горных работ концентрация

взвешенных веществ повышается. Это связано с тем, что в районе ведения горных работ расположено большинство дорог, на которых в течение всего дня передвигаются машины, производится взрывы и транспортировка вскрышных работ. Также, распределение загрязнений в атмосфере объясняется закономерностями циркуляции атмосферы и зависит от специфики погодных условий, формирующих потенциал для накопления или рассеивания вредных примесей. Известно, что на территориях, расположенных с наветренной стороны по отношению к промышленным предприятиям, загрязнения воздуха обычно относительно незначительны. Наоборот, сильнее всего загрязняется воздух на подветренной стороне от предприятия. В Кемеровской области преобладают ветра юго-западного направления, поэтому, повышенные концентрации загрязняющих воздух веществ будут чаще наблюдаться с северо-восточной стороны от предприятия. Наряду с направлением большое значение имеет скорость движения ветра. Для «Галдинского угольного разреза» нами выявлена обратная корреляция между скоростью движения ветра и концентрацией многих вредных веществ.

Для сокращения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу на «Галдинском угольном разрезе» проектной документацией предусмотрен перечень мероприятий: исследование загрязнений атмосферного воздуха на границе СЗЗ, контроль за выбросами котельных, полив технологических автодорог для снижения пылеобразования при технологических процессах производства на границе СЗЗ в районе горных работ. Результаты мониторинга, в целом, указывают на эффективность разработанного комплекса мер. Данные мониторинга по диоксиду азота, диоксиду серы, оксиду углерода, саже и взвешенным веществам за 2015-2017 гг. не зафиксировали превышение ПДК. Однако, следует отметить эпизодичность и не системность проводимого на предприятии мониторинга состояния воздушной среды. Измерения проводятся один-два раза в год, то в весенний, то в осенний период, в разные месяцы года. Подобный подход не позволяет выявить возможное увеличение концентраций загрязняющих веществ при наступлении неблагоприятных метеоусловий.

#### Библиографический список

1. Харионовский А.А., Данилова М.Ю. Охрана атмосферы на предприятиях угольной промышленности // Вестник Научного центра по безопасности работ в угольной промышленности . 2017. №2. Режим доступа: URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ohrana-atmosfery-na-predpriyatiyah-ugolnoy-promyshlennosti> (дата обращения: 17.12.2018).
2. Доклад о состоянии окружающей среды Кемеровской области в 2011 году»/ - Режим доступа: URL: <http://gosdoklad.kuzbasseco.ru/2011/chast-iii-vozddejstvie-vidov-ekonomicheskoy-deyatelnosti-na-sostoyanie-okruzhayushhej-sredy/razdel-1-vozddejstvie-vidov-ekonomicheskoy-deyatelnosti-na-sostoyanie-atmosfernogo-vozduxa/>

3. Кузнецов Д.А., Минибаев Р.Р., Ахлестин Н.Н., Спирин С.В. Комплексные решения проблемы пылеобразования на угольных разрезах Кузбасса // Вестник Научного центра. 2016. №3. Режим доступа: URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kompleksnye-resheniya-problemy-pyleobrazovaniya-na-ugolnyh-razrezah-kuzbassa> (дата обращения: 18.12.2018).

УДК 553

## **СВЯЗЬ МЕТАЛЛОГЕНИИ С ТЕКТОНИЧЕСКОЙ ПРОНИЦАЕМОСТЬЮ ЛИТОСФЕРЫ**

**Пахомова В.А.**

**Научный руководитель: канд. геол.-минерал. наук,  
доцент Гумиров Ш.В.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк, e-mail: gsv@gumirov.com*

Выявлена связь между тектонической проницаемостью земной коры и металлогенией. Установлена роль мантийных выплавок, контролируемых повышенными гравитационными аномалиями, на интенсивное поступление рудогенных элементов, а также взаимосвязь между минерагенезом магнитных минералов и отрицательными магнитными аномалиями. Анализ температуры Дебая рудных элементов на площади позволил выяснить последовательность поступления рудного вещества и формирования руд.

Ключевые слова: тектоника, металлогения, рудогенез, температура Дебая.

Производственная практика, которая проводилась в республике Тыва, вызвал интерес к региону с уникальным геологическим строением.

Восточная половина региона сложена гранитоидами, по северо-западному краю проходит антиклинорий, в геоморфологическом плане представляющий собой депрессию в рельефе, по которой протекает река Енисей. Ядро антиклинория сложено осадочными отложениями карбона, в направлении к краю антиклинория последовательно сменяются более древние отложения девона, силура, ордовика. Особый интерес представляли связь тектонической проницаемости (тектонической нарушенности) земной коры с расположением и составом рудных месторождений на территории республика Тыва, а также взаимосвязь между проницаемостью и температурой Дебая рудных месторождений. Здесь необходимо указать два факта, ранее установленных исследователями. Во-первых, существует прямая корреляционная связь между Дебаевской температурой рудогенных элементов и минералов с одной стороны, и фактической температурой формирования рудных минералов в месторождениях с другой стороны. Во-вторых, общеиз-

вестна зональность рудных месторождений: более высокотемпературные рудные минералы располагаются вблизи флюидоподводящих каналов, а низкотемпературные – в удалении от них. Температура Дебая – это та температура, при достижении которой химический элемент, в данном случае рудогенный элемент, разрывает свою связь в кристаллической структуре рудного минерала, затем переходит во флюид и выносится из зоны рудогенеза.

Построение карты тектонической проницаемости производилось следующим образом. Вся площадь региона разделялась на прямоугольные удельные площади небольшой величины, и для каждой удельной площади суммировалась линейная протяжённость линий тектонических дизъюнктивов. Полученное число присваивалось центру удельной площади. Затем строились изолинии степени тектонической проницаемости для всего региона, то есть карта тектонической проницаемости земной коры в республике Тыва. При этом было сделано допущение, что тектоническая трещиноватость верхней части земной коры прямо пропорционально коррелируется с тектонической нарушенностью всей толщи земной коры. На следующем этапе анализа строились оси линейно вытянутых зон гравитационных и магнитных аномалий. Для гравитационных аномалий – это зоны положительных аномалий, с относительной высокой силой тяжести, соответствующие значениям с минимальной величиной отрицательных показателей аномалий.

Для магнитных аномалий строились оси зон с минимальными значениями магнитных показателей, что соответствует зонам отсутствия или малого присутствия магнитных минералов: магнетита, пирротин, ильменит. Следовательно, в этих зонах отсутствуют такие породы, как габбро, диабазы, базальты, змеевики, перидотиты. То есть породы ультраосновного, основного и среднего состава, сильнее связанные с мантийным веществом. В результате выполненного анализа карт ВСЕГЕИ[1], а также карт, составленных по результатам практики, установлено следующее.

Интенсивный рудогенез в республике Тыва связан с системой разломов северо-западного направления (азимут  $315^{\circ}$ ). Ширина данной зоны рудогенеза 10-35 км, длина – 50-200 км. Температура в каждой зоне максимальна в юго-восточной оконечности зоны. Также присутствуют слабо и наиболее выраженные системы разломов с азимутом простирания  $17^{\circ}$  и северным, северо-восточным направлением и азимутом  $65^{\circ}$ , соответственно. Наиболее проницаемой является северная половина региона. Проницаемая зона ограничивается извилистой линией, которая на отдельных участках совпадает с изолиниями гравитационных аномалий.

Обычно рудогенез в каждой рудной зоне связан с зонами пониженных магнитных аномалий. Причина данного явления в том, что в ходе рудогенеза в проницаемой зоне, происходила латеральная миграция из окружающего массива магнитных элементов – железа, кобальта, никеля, титана, и их накопление в локальных рудных телах. Последнее приводило к ремобилизации указанных элементов, обладающих магнитными свойствами, из обшир-

ной прилегающей площади, что и вызывало снижение магнитных свойств верхней части земной коры.

В относительно узких рудных зонах, вытянутых в северо-восточном направлении, путем анализа изменения температуры Дебая выявлено, что существуют высокотемпературные центральные зоны рудогенеза и низкотемпературные окружающие зоны. Это соответствует рудной зональности, выраженной вдоль проницаемой зоны [2].

На востоке участок ограничивается г. Сарыг-Сеп, на севере г. Туран, на западе г. Чаа-Холь. Здесь расположено основное количество рудных месторождений, начиная с железа и заканчивая золотом [1,3].

В западной части площади рудные месторождения не привязаны к гравитационным аномалиям. Тем не менее, приуроченность большинства месторождений к зонам с повышенной гравитацией позволяет говорить о том, что источником рудного вещества являются ультрабазиты и их выплавки основного или среднего состава.

В центральной части площади с запада на северо-восток фиксируется пониженное значение магнитных аномалий. Вероятно, это связано с тем, что магнитные аномалии фиксируют поверхностные слои земной коры. Установлена слабая связь между магнитной проницаемостью региона (магнитными аномалиями) и тектонической проницаемостью земной коры. Так, значение магнитной проницаемости  $M \leq 500$  является фоновым значением, характерным для любой тектонической нарушенности земной коры (рисунок 1).

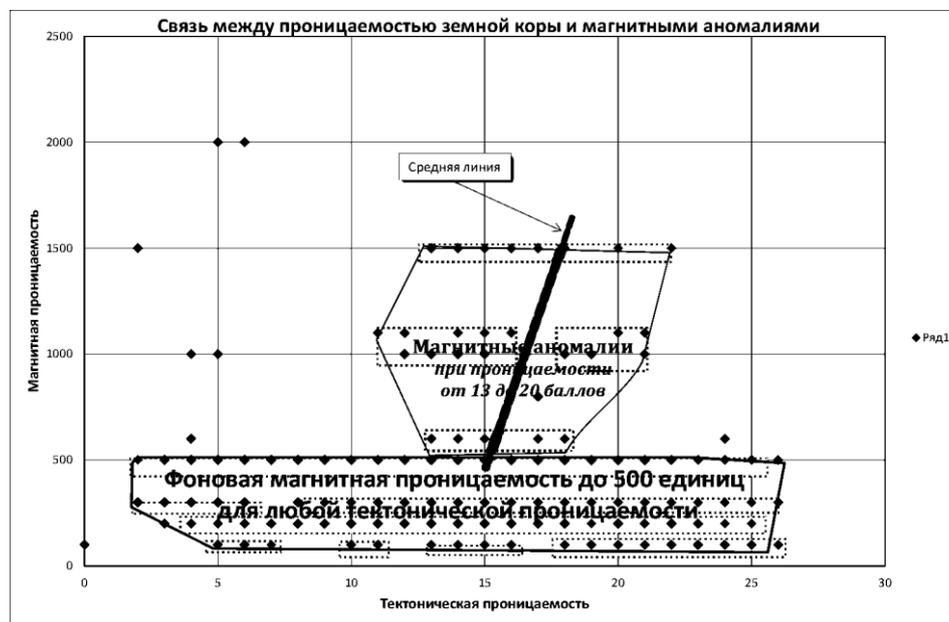


Рисунок -Связь между тектонической проницаемостью земной коры и магнитными аномалиями

Аномальные значения магнитных показателей связаны с высокой тектонической проницаемостью, от 13 до 23 баллов, и не характерны для меньших и больших значений тектонической нарушенности. В указанном интер-

вале нарушенности магнитная проницаемость нарастает от 600 до 1500 ед.

Учитывая связь между рудоносностью (содержанием железа и титана) и магнитной проницаемостью, следует отметить приуроченность рудных тел к участкам земной коры с высокой тектонической проницаемостью (тектонической нарушенностью) – от 13 до 20 баллов, и нарастание рудоносности по мере увеличения степени нарушенности.

Интересно, что проявления залежей золота приурочены к участкам с повышенной тектонической проницаемостью, от 10 до 40 баллов, при среднем значении 25 баллов. Отсутствие повышенной (более 500 ед.) магнитной проницаемости для больших значений тектонической нарушенности (более 20 баллов) связано, вероятно, с приуроченностью таких зон к удалённым окраинам магматических тел, подпитывающих рудоносные флюиды. В то же время тектоническая нарушенность таких удалённых зон очень высока из-за разрушающего физического воздействия магматического тела на малопрочный массив осадочных и слабо метаморфизованных пород.

#### Библиографический список

1. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1 : 1 000 000 (третье поколение). Серия Алтае-Саянская. Лист М-46 - Кызыл. Объяснительная записка.— СПб.: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2008. 349 с. + 8 вкл. (Минприроды России, Роснедра, ФГУП «ВСЕГЕИ», ФГУГП «Красноярскгеолсъемка»).

2. Гумиров Ш.В. Основы теории адаптации неживых объектов и адаптивный анализ в геологии / Ш.В. Гумиров. – Новокузнецк: Интеллект, 1993. - 405 с.

3. Лебедев В.И. Минеральные ресурсы Тувы: обзор и анализ полезных ископаемых [Текст] / В.И. Лебедев. – Кызыл: ТувИКОПР СО РАН, 2012. – 283 с.

УДК 553

## **СВЯЗЬ МЕТАЛЛОГЕНИИ С ГРАВИТАЦИОННЫМИ АНОМАЛИЯМИ**

**Пахомова В.А.**

**Научный руководитель: канд. геол.-минерал. наук,  
доцент Гумиров Ш.В.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк, e-mail: gsv@gumirov.com*

Рассматривается геодинамика территории республики Тыва в связи с общей схемой эволюции геосинклинально-складчатых поясов и происходящим при этом изменением состава рудогенных элементов. Последнее позволило установить взаимосвязь между металлогенией изучаемого региона и

гравитационными аномалиями.

Ключевые слова: гравитационные аномалии, металлогения, геосинклиналь, параметры рудогенных элементов.

Ранее была выявлена взаимосвязь между общей эволюцией геосинклинально-складчатых поясов с одной стороны и направленным изменением атомных параметров рудогенных элементов с другой [1]. Так, развитие геосинклиналей включает в себя первичное погружение подвижного пояса, которое сменяется орогенезом (первая половина развития подвижного пояса), и последующим повторным опусканием (вторая половина развития). Именно со второй половиной развития геосинклинали связано резкое изменение состава рудогенных элементов: их атомная масса возрастает в 2 - 3 раза, минимальная температура Дебая элементов снижается в 3 раза, вместо накопления в рудных минералах элементов электронофобов (катионов) начинается преобладающее накопление элементов электронофилов (анионов).

На карте металлических полезных ископаемых республики Тыва (составлена ВСЕГЕИ) были выделены участки распространения рудогенных элементов (рудных месторождений) 7-12 этапов развития геосинклинали (рисунок 1).

В результате аналитического сопоставления полученной таким образом карты распространения металлических месторождений, карты гравитационных аномалий региона и геологической карты, была установлена связь между аномально повышенными значениями гравитации литосферы с зонами погружения подвижного пояса.

В пространственном и геологическом аспектах зона погружения подвижного пояса соответствует северо-западной половине республики Тыва, картируемой (с северо-запада на юго-восток) как часть Западно-Саянского синклинория, Хемчикский прогиб, Центрально-Тувинский вулканотектонический прогиб, Тоджинская впадина и Улгойская зона.

В ходе анализа на карте гравитационного поля выделены локальные участки с относительной выраженной формой (прямоугольники, многоугольники, треугольники), ограниченные прямыми отрезками, то есть локальные участки, которые в гравитационном и геологическом плане могут соответствовать относительно выраженным блокам литосферы. У точек месторождений на рисунке 2 показана температура Дебая рудного металла в кельвинах.

Оказалось, что зоны распространения рудных месторождений располагаются либо между выявленными таким способом гравитационными локальными блоками, либо на участках резкого разворота гравитационных изолиний, ограничивающих локальные гравитационные блоки. Авторы полагают, что данное явление вызвано более высокой проницаемостью указанных участков (между локальными блоками и местами изгиба блоков) на уровне литосферы. Именно по таким проницаемым зонам литосферы могли поступать рудоносные флюиды из мантии. Вследствие этого, рудные месторождения образуют относительно выраженные вытянутые рудные зоны.



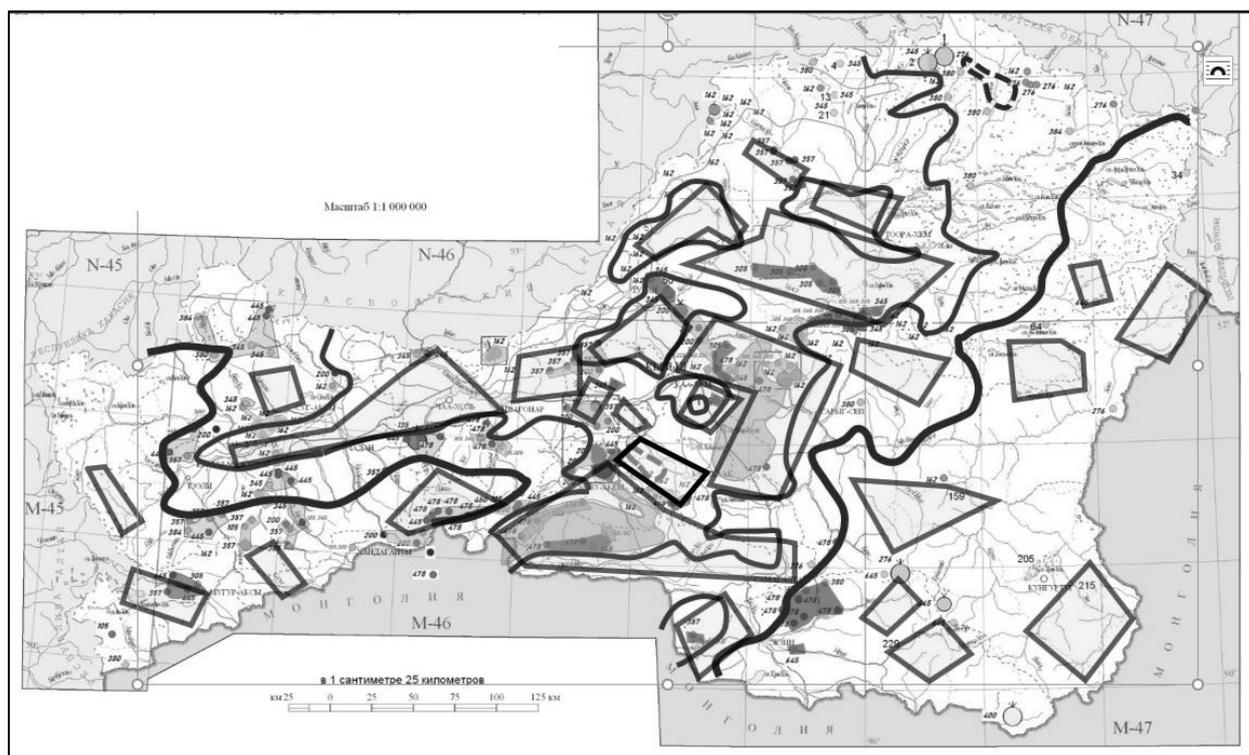


Рисунок 2 – Расположение рудных месторождений между локальными гравитационными блоками в пределах прогибов подвижной зоны (северо-восточная часть региона, ограниченная жирной сплошной линией)

В таких рудных зонах низкотемпературные металлические месторождения располагаются в наиболее проницаемых, а именно в тектонически нарушенных зонах верхней части земной коры, то есть вблизи тектонических нарушений, чётко картируемых на геологической карте региона.

#### Библиографический список

1. Гумиров, Ш.В. Теория адаптации косных объектов и методология адаптивного анализа в геологии. 2018, 471 С. <https://inanimateadaptation.wordpress.com/>.
2. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1 : 1 000 000 (третье поколение). Серия Алтае-Саянская. Лист М-46 — Кызыл. Объяснительная записка.— СПб.: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2008. 349 с. + 8 вкл. (Минприроды России, Роснедра, ФГУП «ВСЕГЕИ», ФГУП «Красноярскгеолсъемка»).

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>I. ГЕОТЕХНОЛОГИЯ</b> .....	3
ПОДГОТОВКА ГОРНЫХ ИНЖЕНЕРОВ В СИБГИУ .....	3
Волошин В.А., Риб С.В., Володина А.В.	
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПО ОПТИМИЗАЦИИ МОНТАЖНО-ДЕМОНТАЖНЫХ РАБОТ .....	7
Блохина Ю.А.	
ОБОСНОВАНИЕ ВАРИАНТОВ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПО УВЕЛИЧЕНИЮ ДОБЫЧИ УГЛЯ ИЗ ОЧИСТНОГО ЗАБОЯ ДО 1,5 МЛН. ТОНН В МЕСЯЦ В УСЛОВИЯХ ШАХТЫ «ТАЛДИНСКАЯ-ЗАПАДНАЯ» АО СУЭК-КУЗБАСС .....	10
Куракин С.А.	
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ И ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПО СОКРАЩЕНИЮ СРОКОВ ПЕРЕМОНТАЖА МЕХАНИЗИРОВАННОГО КОМПЛЕКСА НА ПЛАСТАХ СРЕДНЕЙ МОЩНОСТИ .....	13
Крыгин Н.А.	
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ВСКРЫВАЮЩИХ НАКЛОННЫХ ВЫРАБОТОК В СЛОЖНЫХ ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ .....	18
Макарова Н.А.	
РАЗРАБОТКА ВАРИАНТОВ МОНТАЖНО-ДЕМОНТАЖНЫХ РАБОТ ПРИ ПЕРЕСЕЧЕНИИ МЕХАНИЗИРОВАННЫМ ОЧИСТНЫМ ЗАБОЕМ НЕПЕРЕХОДИМЫХ ДИЗЬЮНКТИВНЫХ НАРУШЕНИЙ НА УГОЛЬНЫХ ШАХТАХ.....	22
Поданев Е.И.	
РАЗРАБОТКА ЭФФЕКТИВНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ПРОФИЛАКТИКЕ ПУЧЕНИЯ ПОРОД ПОЧВЫ ПРИ ОТРАБОТКЕ ВЕСЬМА СБЛИЖЕННЫХ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ.....	26
Рябцев В.А.	
РАЗРАБОТАТЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПО ПОВЫШЕНИЮ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕГАЗАЦИИ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ ПУТЕМ СОЗДАНИЯ ПРОТИВОФИЛЬТРАЦИОННЫХ ЭКРАНОВ .....	29
Гулевич С.А.	
ПРОФИЛАКТИКА ЭНДОГЕННЫХ ПОЖАРОВ ПРИ ОТРАБОТКЕ СКЛОННЫХ К САМОВОЗГОРАНИЮ МОЩНЫХ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ КУЗБАССА .....	33
Обрядин А.А.	
АНАЛИЗ УСЛОВИЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ВОЕНИЗИРОВАННЫХ ГОРНОСПАСАТЕЛЬНЫХ ЧАСТЕЙ МЧС РОССИИ НА ПЕРИОД ДО 2030 ГОДА.....	36
Будулев А.С.	
АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ГОРНОСПАСАТЕЛЬНОЙ СВЯЗИ И ШАХТНЫХ ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМ ПРИ ВЕДЕНИИ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ РАБОТ .....	40
Будулев А.С.	

АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКИХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ И ОПЫТА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РОБОТОТЕХНИКИ ПРИ ВЕДЕНИИ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ РАБОТ НА ГОРНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ .....	43
Будулев А.С.	
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ВСПОМОГАТЕЛЬНОГО ТРАНСПОРТА.....	46
Фокин Д.А.	
К ВОПРОСУ ОБ ОЦЕНКЕ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ СХЕМ ПРОВЕДЕНИЯ И СПОСОБОВ ОХРАНЫ ВЫЕМОЧНЫХ ВЫРАБОТОК.....	50
Черешнева Е.В.	
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ ДЕГАЗАЦИИ ПРИ ВЕДЕНИИ ГОРНО-ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ РАБОТ.....	53
Зарипов Р.А.	
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПО ПРИМЕНЕНИЮ МОНОРЕЛЬСОВЫХ ДОРОГ НА УГОЛЬНЫХ ШАХТАХ .....	58
Казаринов К.П.	
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПО ПОВЫШЕНИЮ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОСНОВНОГО ТРАНСПОРТА НА УГОЛЬНЫХ ШАХТАХ .....	62
Коновалов Р.Г.	
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ОБУЧАЮЩЕ-ТЕСТИРУЮЩИХ ПРОГРАММ ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ 21.05.04 «ГОРНОЕ ДЕЛО» СПЕЦИАЛИЗАЦИИ «ПОДЗЕМНАЯ РАЗРАБОТКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ» .....	66
Секингер Н.Ю.	
ПРОБЛЕМЫ ВНЕДРЕНИЯ РАЦИОНАЛЬНОЙ БЕЗОТХОДНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ОТКРЫТОЙ РАЗРАБОТКИ ШЕРЕГЕШЕВСКОГО ТЕХНОГЕННОГО ЖЕЛЕЗОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ.....	70
Бородкина Д.А., Попроцкий Ю.Н.	
ИССЛЕДОВАНИЕ УДАРООПАСНОСТИ ГОРНЫХ ПОРОД КАЗСКОГО ЖЕЛЕЗОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ.....	73
Мишин С.А., Попроцкий Ю.Н.	
ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ЖЕЛЕЗА ЭКСПРЕССНЫМИ ГЕОФИЗИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ В РУДЕ, ПРОМЫШЛЕННОМ ПРОДУКТЕ И В ОТХОДАХ ПЕРЕРАБОТКИ НА ФАБРИКЕ ШЕРЕГЕШСКОЙ ШАХТЫ ФИЛИАЛА «Евразруда»...	78
Попроцкий Ю.Н., Мишин С.А.	
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СПОСОБА ВЗРЫВНОЙ ОТБОЙКИ КАМЕР ПРИ ЭТАЖНО-КАМЕРНОЙ СИСТЕМЕ РАЗРАБОТКИ С ЗАКЛАДКОЙ В УСЛОВИЯХ ТАШТАГОЛЬСКОЙ ШАХТЫ ФИЛИАЛА «ЕВРАЗРУДА» .....	83
Попроцкий Ю.Н., Мишин С.А.	
ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ СПОСОБОВ И СРЕДСТВ ПО СНИЖЕНИЮ ГАЗОВЫДЕЛЕНИЯ НА ВЫЕМОЧНОМ УЧАСТКЕ И УТИЛИЗАЦИИ МЕТАНА .....	86
Воронков И.В., Никитина А.М., Борзых Д.М.	
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПО ВНЕДРЕНИЮ СПОСОБОВ И СРЕДСТВ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИХ ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕГАЗАЦИИ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ ЛЕНИНСК-КУЗНЕЦКОГО РАЙОНА.....	89

Соловьев К.Д., Никитина А.М., Борзых Д.М.	
РАЗРАБОТКА ТЕХНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПО ПРЕДОТВРАЩЕНИЮ ДИНАМИЧЕСКИХ И ГАЗОДИНАМИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ ПРИ ВЕДЕНИИ ГОРНЫХ РАБОТ В УСЛОВИЯХ ШАХТЫ «ЕСАУЛЬСКАЯ» .....	93
Дьяченко И.Г., Никитина А.М., Борзых Д.М.	
РАЗРАБОТКА ТЕХНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПО ПРЕДОТВРАЩЕНИЮ ГОРНЫХ УДАРОВ НА УГОЛЬНЫХ ШАХТАХ .....	97
Сорокожердев Е.А., Никитина А.М., Риб С.В.	
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМЫ ПОДЗЕМНОГО СЕЙСМОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА НА ОСНОВЕ СЕЙСМИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ ТИПА GITS.....	101
Супонин С.В., Никитина А.М.	
К ВОПРОСУ ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ РОССИИ.....	105
Шарипова Н.В., Никитина А.М.	
К ВОПРОСУ О ПРЕДУПРЕЖДЕНИИ ГОРНЫХ УДАРОВ НА ШАХТАХ .....	109
Куракин П.В.	
ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СЕЙСМИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА ВЗРЫВА .....	112
Бульон И.А.	
СНИЖЕНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ УДАРНОЙ ВОЗДУШНОЙ ВОЛНЫ ОТ МАССОВЫХ ВЗРЫВОВ НА ЖИЛЫЕ ПОСЁЛКИ .....	115
Гоголев А.В.	
СРЕДСТВА ИНИЦИИРОВАНИЯ С ЭЛЕКТРОННЫМ ЗАМЕДЛЕНИЕМ.....	118
Ильина Е.Н.	
СРАВНЕНИЕ МЕТОДИК ЗАМЕРА СЕЙСМИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ОТ МАССОВЫХ ВЗРЫВОВ .....	121
Климкин М.А., Семин А.А., Апёнкин В.Е., Агеев Д.А.	
ДЕГАЗАЦИОННАЯ ПОДГОТОВКА УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ НА БАЗЕ ОЦЕНКИ ИЗВЛЕКАЕМОСТИ МЕТАНА.....	126
Елкина Д.И.	
АКТУАЛЬНОСТЬ ИНТЕГРАЦИИ МОНОРЕЛЬСОВОГО ТРАНСПОРТА В СУЩЕСТВУЮЩИЕ И ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СХЕМЫ ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ ВЫРАБОТОК В УСЛОВИЯХ ДЕЙСТВУЮЩИХ ШАХТ.....	132
Денисов М.А.	
ВЫБОР СХЕМЫ И СПОСОБА ЗАБЛАГОВРЕМЕННОЙ ДЕГАЗАЦИИ ПОЛЯ ШАХТЫ ФИЛИАЛ «ШАХТА «ЕРУНАКОВСКАЯ-VIII» ОА РУК .....	135
Прудников Е.И.	
МНОГОШТРЕКОВАЯ ПОДГОТОВКА УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ В УСЛОВИЯХ ВЫСОКОЙ ГАЗОНОСНОСТИ .....	138
Черешнева Е.В.	

<b>II. ГЕОЛОГИЯ</b> .....	141
ГАЛЛИЙ В УГЛЯХ КУЗНЕЦКОГО КАМЕННОУГОЛЬНОГО БАССЕЙНА (НА ПРИМЕРЕ РАЗРЕЗА «ШЕСТАКИ») .....	141
Антошечкина Е.К.	
ВЛИЯНИЕ ОТКРЫТЫХ ГОРНЫХ РАБОТ НА ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ РЕГИОНА (НА ПРИМЕРЕ КРАСНОБРОДСКОГО УГОЛЬНОГО РАЗРЕЗА) .....	143
Горбунова А.Р.	
РЕКУЛЬТИВАЦИЯ ЗЕМЕЛЬ, НАРУШЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ВОЗДЕЙСТВИЕМ УГЛЕДОБЫВАЮЩЕГО ПРОИЗВОДСТВА НА ПРИМЕРЕ ООО «СИБЭНЕРГОУГОЛЬ».....	148
Адамчук К.И.	
ВОЗДЕЙСТВИЕ ОТКРЫТОЙ УГЛЕДОБЫЧИ НА ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ И ИХ ОХРАНА НА ПРИМЕРЕ ТАЛДАНСКОГО УГОЛЬНОГО РАЗРЕЗА .....	150
Богданова Я.А.	
АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ РЕКУЛЬТИВАЦИИ НАРУШЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ .....	153
Горбунова А.Р.	
ОЦЕНКА ЛИТОГЕННЫХ РЕСУРСОВ ТЕХНОГЕННО НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ .....	156
Горбунова А.Р.	
ЦЕННЫЕ И ПОТЕНЦИАЛЬНО-ЦЕННЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ УГЛЕЙ ЧЕРНОКАЛТАНСКОГО УГОЛЬНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ .....	159
Жидких А.В.	
ОТХОДЫ УГЛЕДОБЫВАЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ И СПОСОБЫ ИХ УТИЛИЗАЦИИ НА ПРИМЕРЕ ПРОКОПЬЕВСКОГО УГОЛЬНОГО РАЗРЕЗА .....	163
Кротенок М.В.	
НОВЫЙ ПОЛИГОН ДЛЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ПРАКТИКИ .....	165
Кречун К.Л., Обухова Н.А.	
СКАРНОВЫЕ ЖЕЛЕЗОРУДНЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ .....	170
Рахуба О.А., Карасёва В.В., Лапшова Е.О.	
АКТУАЛИЗАЦИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ КАРТ МАСШТАБА 1:200 000 С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОРОГИДРОГРАФИЧЕСКИХ ДАННЫХ ПРИ ПОИСКОВЫХ РАБОТАХ НА ТВЕРДЫЕ ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ .....	176
Сычева А.С.	
НЕГАТИВНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ ПРЕДПРИЯТИЙ ОТКРЫТОЙ УГЛЕДОБЫЧИ НА АТМОСФЕРНЫЕ РЕСУРСЫ И РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО ИХ ОХРАНЕ(НА ПРИМЕРЕ ТАЛДИНСКОГО УГОЛЬНОГО РАЗРЕЗА) .....	181
Шарипова Н.В.	
СВЯЗЬ МЕТАЛЛОГЕНИИ С ТЕКТОНИЧЕСКОЙ ПРОНИЦАЕМОСТЬЮ ЛИТОСФЕРЫ .....	184
Пахомова В.А.	
СВЯЗЬ МЕТАЛЛОГЕНИИ С ГРАВИТАЦИОННЫМИ АНОМАЛИЯМИ .....	187
Пахомова В.А.	

Научное издание

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

**ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ**

**Часть I**

*Труды Всероссийской научной конференции студентов,  
аспирантов и молодых ученых*

**Выпуск 23**

Под общей редакцией  
Технический редактор  
Компьютерная верстка

М.В. Темлянцева  
Г.А. Морина  
Н.В. Ознобихина  
В.Е. Хомичева

Подписано в печать 22.01.2019 г.  
Формат бумаги 60x84 1/16. Бумага писчая. Печать офсетная.  
Усл. печ. л. 11,29 Уч.-изд. л. 12,73 Тираж 300 экз. Заказ № 8

Сибирский государственный индустриальный университет  
654007, г. Новокузнецк, ул. Кирова, 42  
Издательский центр СибГИУ