

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа инженерного предпринимательства
 Направление подготовки 27.04.05 Инноватика

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
Программа мероприятий по повышению уровня промышленной безопасности на угледобывающем предприятии

УДК 658.15:005.511–048.34

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
ЗНМ81	Завьялова Алена Олеговна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ШИП	Калашникова Т.В.	к.т.н., доцент		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Белоеенко Е.В.	к.т.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Антонова И.С.	к.э.н., доцент		

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

27.04.05 Инноватика

Код	Результат обучения
Общие по направлению подготовки	
P1	Производить оценку экономического потенциала инновации и затрат на реализацию научно-исследовательского проекта, находить оптимальные решения при создании новой наукоемкой продукции с учетом требований качества, стоимости, сроков исполнения, конкурентоспособности и экологической безопасности, выбирать или разрабатывать технологию осуществления и коммерциализации результатов научного исследования.
P2	Организовывать работу творческого коллектива по достижению его научной цели, находить и принимать управленческие решения, оценивать качество и эффективность труда, затраты и результаты научно-производственного коллектива, применять теории и методы теоретических и прикладных инноваций, системы управления и стратегии управления качеством инновационных проектов, выбирать или разрабатывать технологию осуществления научных исследований, оценивать затраты и организовывать ее реализацию, анализировать результаты, представлять результат научных исследований на конференции или в печатное издание, в том числе и на иностранном языке.
P3	Управление инновационными проектами, организация и управление инновационным предприятием, разработка и реализация его стратегии развития, разработка плана и программы организации инновационной деятельности научно-производственного подразделения, проведение технико-экономического обоснования инновационных проектов.
P4	Критически анализировать текущие проблемы инноваций, ставить задачи и разрабатывать исследовательскую программу, выбирать подходящие методы решения экспериментальных и теоретических задач, интерпретировать, представлять и применять результаты, прогнозировать тенденции научно-технического развития.
P5	Управлять практической, лабораторной и исследовательской работой студентов, проводить учебные занятия в соответствующей области, умение применять, адаптировать, улучшать и развивать инновационные образовательные технологии.
P6.1	Проводить аудит и анализ предприятий, проектов и бизнес-процессов, оценивать эффективность инвестиций, проводить маркетинговые исследования для продвижения продукта на мировом рынке.
P7.1	Использовать знания из различных областей науки и техники, проводить систематический анализ возникающих профессиональных проблем, искать нестандартные методы их решения, использовать информационные ресурсы и современные инструменты для их решения, принимать обоснованные решения в нестандартных ситуациях и реализовывать их.
P8.1	Проводить аудит и анализ производственных процессов с целью уменьшения производственных потерь и повышения качества выпускаемого продукта.

P9	Использовать абстрактное мышление, анализ и синтез, оценивать современные достижения науки и техники и находить возможность их применения в практической деятельности
P10	Ставить цели и задачи, проводить научные исследования, решать задачи, возникающие в ходе научно-исследовательской и педагогической деятельности, в том числе, выбирать метод исследования, модифицировать существующие или разрабатывать новые методы, оформлять и представлять результаты научно-исследовательской работы в виде статьи или доклада с использованием соответствующих инструментальных средств обработки и представления информации.
P11	Использовать творческий потенциал, действовать в нестандартных ситуациях, нести социальную и этическую ответственность за принятые решения.
P12	Осуществлять профессиональную коммуникацию в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач профессиональной деятельности на основе истории и философии нововведений, математических методов и моделей для управления инновациями, компьютерных технологий в инновационной сфере, руководить коллективом в сфере профессиональной деятельности, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия, публично выступать и отстаивать свою точку зрения.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Школа инженерного предпринимательства
Направление подготовки 27.04.05 Инноватика
Уровень образования: магистратура
Период выполнения (осенний / весенний семестр 2019/2020 учебного года)

Форма представления работы:

Магистерская диссертация

Тема работы

**Программа мероприятий по повышению уровня промышленной безопасности
на угледобывающем предприятии**

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН

выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	06.06.2020
--	------------

<i>Дата контроля</i>	<i>Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)</i>	<i>Максимальный балл раздела (модуля)</i>
28.12.18	Определение и утверждение темы ВКР. Составление предварительного плана выпускной работы.	
20.02.19	Согласование плана ВКР с научным руководителем. Составление окончательного плана ВКР.	
13.05.19	Сбор и проработка фактического материала. Написание «черновика» первой главы. Отправка «черновика» первой главы научному руководителю на проверку.	
05.10.19	Сбор и проработка фактического материала. Написание «черновика» второй главы. Отправка «черновика» второй главы научному руководителю на проверку.	
18.02.20	Сбор и проработка фактического материала. Написание «черновика» третьей главы. Отправка «черновика» третьей главы научному руководителю на проверку.	
22.04.20	Сбор и проработка фактического материала. Написание «черновика» главы «Социальная ответственность». Отправка «черновика» главы консультанту на проверку.	

25.05.20	Перевод первых двух разделов на английский язык. Отправка «черновика» консультанту на проверку.	
02.06.20	Учет всех замечаний научного руководителя и консультантов, доработка ВКР, оформление согласно стандартам, формирование «чистовика». Отправка научному руководителю на проверку.	
06.06.20	Подготовка презентации для защиты ВКР, подготовка доклада.	

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ШИП	Калашникова Т.В.	к.т.н., доцент		

Принял студент:

ФИО	Подпись	Дата
Завьялова Алена Олеговна		

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Антонова И.С.	к.э.н., доцент		

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа инженерного предпринимательства
 Направление подготовки 27.04.05 Инноватика

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП
 _____ И.С. Антонова
(подпись) (дата)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Магистерской диссертации

Студенту:

Группа	ФИО
ЗНМ81	Завьялова Алена Олеговна

Тема работы:

Программа мероприятий по повышению уровня промышленной безопасности на угледобывающем предприятии	
Утверждена приказом директора ШИП	Приказ №120-11/с от 29.04.2020

Срок сдачи студентом выполненной работы:	06.06.2020
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Научная литература: статьи; периодические издания; нормативные документы; информация из сети Интернет; статистические данные, информация о существующих решениях, собранная автором.
---------------------------------	--

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p>	<p>Современные проблемы промышленной безопасности на угледобывающих предприятиях. Состояние промышленной безопасности на российских угледобывающих предприятиях. Факторы, влияющие на безопасное ведение горных работ. Анализ российской и международной практик по решению проблемы промышленной безопасности на угледобывающем предприятии. Анализ уровня промышленной безопасности в ООО «Угольная компания Анжерская-Южная». Характеристика структуры и деятельности предприятия. Анализ основных проблем, влияющих на промышленную безопасность ООО «Угольная компания Анжерская-Южная». Решение проблемы промышленной безопасности в ООО «Угольная компания Анжерская-Южная».</p>
<p>Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>Рисунок 1 - Глобальные вызовы угольной промышленности Рисунок 2 - Динамика изменения объемов добычи угля, смертельного травматизма и аварийности за 2005–2018 годы Рисунок 3 - Динамика общего количества аварий, взрывов и вспышек метана в период с 2005 по 2018 год Рисунок 4 - Система РТО Рисунок 5 - Схема добычи и утилизации метана ликвидированных шахт Германии Рисунок 6 - Метод гидравлического разрыва пласта Таблица 1 - Динамика объемов добычи угля, производственного травматизма со смертельным исходом и аварийности за 1997–2019 годы Таблица 2 - Классификация категорий шахт по метану Таблица 3 - Добыча угля ООО «ОЭУ Блок № 2 ш. «Анжерская-Южная» за 2017-2019 гг. Таблица 4 – SWOT-анализ метода ГРП Таблица 5 - Трудоемкость работ Таблица 6 - Используемое оборудование для проведения ГРП Таблица 7 - Расчет материальных затрат на проведение ГРП Таблица 8 - Расчет заработной платы сотрудников Таблица 9 - Калькуляция себестоимости 1 т угля Таблица 10 - Исходные данные Таблица 11 - Данные для расчета эффективности ГРП Таблица 12 - Возможные опасные и вредные факторы</p>

	Таблица 13 - Классы труда в зависимости от уровней шума, локальной, общей вибрации, инфра- и ультразвука на рабочем месте Таблица 14 - Правила поведения людей в аварийных ситуациях
--	---

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

(с указанием разделов)

Раздел	Консультант
Социальная ответственность	<i>Е.В. Белоенко, к.т.н.</i>
Раздел на иностранном языке (приложение)	<i>А.Н. Цепилова, преподаватель ОИЯ</i>

Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:

Современные проблемы промышленной безопасности на угледобывающих предприятиях 1.1 Состояние промышленной безопасности на российских угледобывающих предприятиях	Current problems of industrial safety at coal mining enterprises 1.1 The state of industrial safety at Russian coal mining enterprises
1.2 Факторы, влияющие на безопасное ведение горных работ	1.2 Factors affecting safe mining

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	28.12.2018
---	------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ШИП	Калашникова Т.В.	к.т.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
ЗНМ81	Завьялова Алена Олеговна		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 94 с., 6 рисунков, 14 таблиц.

Ключевые слова: угледобывающая промышленность, безопасность, метан, дегазация

Объектом исследования является ООО «Угольная компания Анжерская-Южная».

Предметом исследования является повышение безопасности при ведении горных работ на основе внедрения инновационных решений.

Цель работы – обоснование мероприятий по повышению безопасности ведения горных работ на угледобывающем предприятии.

Актуальность работы определяется значимостью решения проблемы промышленной безопасности на угледобывающем предприятии, связанной, прежде всего, с обильными метановыделениями в горные выработки, как одной из составляющих успешной деятельности компании. Сегодня инвестирование в безопасность – это не только социальная необходимость, но и экономическая выгода для компании. Замедление/приостановка производства, большие расходы на ликвидацию последствий аварий, вред имущества, недостаток рабочей силы и негативный имидж предприятия – это лишь немногие факторы, которые заставляют разрабатывать мероприятия и искать эффективные способы решения существующих проблем.

В процессе работы проводился анализ международного и российского опыта по решению проблемы безопасности и утилизации метана при наблюдении за деятельностью ООО «Угольная компания Анжерская-Южная». В результате исследования для данного предприятия предложены рекомендации по решению проблемы безопасности.

Практическое значение исследования состоит в том, что результаты разработок, полученных в ходе исследования, могут быть использованы ООО «Угольная компания Анжерская-Южная» для обеспечения производственной безопасности.

Теоретическая значимость работы определяется возможностью использования данных разработок другими российскими и зарубежными угледобывающими компаниями.

Экономическая эффективность/значимость работы заключается в сокращении выбросов метана в атмосферу и общем объеме капиталовложений.

Обозначения и сокращения

ШМ - шахтный метан

ПБ - промышленная безопасность

ОТ - охрана труда

ГРП - гидравлический разрыв пласта

РТО - регенеративный термический окислитель

РКО - регенеративное каталитическое окисление

ВАМ - метан вентиляционных выбросов

ПГ - парниковые газы

КСО - корпоративная социальная ответственность

ОФ - обогатительная фабрика

ГСМ - горюче-смазочные материалы

ПЛВА - план ликвидации возможных аварий

ПЛА - план ликвидации аварий

Содержание

1. Современные проблемы промышленной безопасности на угледобывающих предприятиях	15
1.1 Состояние промышленной безопасности на российских угледобывающих предприятиях.....	15
1.2 Факторы, влияющие на безопасное ведение горных работ	19
1.3 Анализ российской и международной практик по решению проблемы промышленной безопасности на угледобывающем предприятии	23
2. Анализ уровня промышленной безопасности в ООО «Угольная компания Анжерская-Южная».....	32
2.1. Характеристика структуры и деятельности предприятия	32
2.2 Анализ основных проблем, влияющих на промышленную безопасность ООО «Угольная компания Анжерская-Южная»	40
3. Решение проблемы промышленной безопасности в ООО «Угольная компания Анжерская-Южная».....	45
3.1 Применение технологии гидравлического разрыва пласта	45
3.2 Разработка мероприятий по управлению метановыделениями на предприятии	48
3.3 Оценка экономической эффективности разработанных мероприятий	51
Заключение.....	61
4. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ	65
4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности труда	65
4.2 Анализ выявленных вредных и опасных факторов проектируемой производственной среды	68
4.3 Охрана окружающей среды	74
4.4 Защита в ЧС.....	75
Заключение по разделу «Социальная ответственность»	78
Список использованных источников.....	79
ПРИЛОЖЕНИЕ А LITERATURE REVIEW ON THE PROBLEM OF OCCUPATIONAL SAFETY AT COAL MINING ENTERPRISES	84
ПРИЛОЖЕНИЕ Б АКТ О ВНЕДРЕНИИ РЕЗУЛЬТАТОВ ДИПЛОМНОЙ РАБОТЫ.....	94

Введение

Актуальность работы. Проблема модернизации производственных систем угледобывающих предприятий ныне проявляется особенно остро. Большинство угольных компаний работают на увеличение добычи, тем самым обеспечивая рост прибыли. Однако данная модель управления не вписывается в современные требования, и, более того, не всегда приносит ожидаемый эффект. Как следствие, появляется необходимость модернизации производственной системы. В России около 70% шахт - газообильные, большинство шахт приходится на Кузнецкий бассейн. Особые опасения вызывают крупные аварии, произошедшие в последнее время на российских шахтах, причинами которых стал взрыв метана [1].

Таким образом, сегодня наиболее актуальной проблемой в сфере угледобывающей промышленности является проблема обеспечения промышленной безопасности. Данная проблема связана, главным образом, с обильными газовыделениями в шахтной атмосфере, что повышает вероятность взрывов метановоздушной смеси. В настоящее время российские угледобывающие компании ведут борьбу за передовое положение по вопросу сбыта продукции для получения максимальной прибыли. Предприятия стремятся увеличивать объемы добычи угля, повышать уровень удовлетворенности потребителей произведенной продукцией, улучшать показатели эффективности и результативности деятельности, а также контролировать качество угля. Тем не менее, данные факторы тесно связаны с проблемой обеспечения безопасности и эффективности реализации горных работ. В последнее время происходит осознание того, что жизненные ценности, а также охрана здоровья рабочих в процессе производства является приоритетным направлением. Современные горнодобывающие предприятия понимают, что инвестирование в безопасность – это не только социальная необходимость, но и экономическая выгода. Замедление либо полная приостановка производства, огромные расходы на ликвидацию последствий аварий, вред имущества, недостаток рабочей силы и негативный имидж предприятия – это лишь одни из немногих факторов, заставляющих разрабатывать мероприятия и искать эффективные способы утилизации существующих проблем.

Тема диссертации непосредственно связана с разработкой мероприятий по повышению уровня промышленной безопасности на угледобывающем предприятии.

Цель работы – разработать мероприятия по повышению безопасности ведения горных работ на угледобывающем предприятии.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Проанализировать современные проблемы промышленной безопасности на угледобывающих предприятиях;
2. Исследовать состояние промышленной безопасности на российских угледобывающих предприятиях;
3. Выявить факторы, влияющие на безопасное ведение горных работ;
4. Проанализировать международный и российский опыт по решению проблемы промышленной безопасности;
5. Выявить основные проблемы деятельности ООО «Угольная компания Анжерская-Южная» в процессе производства;
6. Разработать мероприятия, обеспечивающие решение проблемы безопасности ООО «Угольная компания Анжерская-Южная»;
7. Оценить эффективность предложенных мероприятий.

Объектом исследования является ООО «Угольная компания Анжерская-Южная».

Предмет исследования - безопасность при ведении горных работ на угледобывающем предприятии.

Практическая новизна выражена в следующих результатах исследования:

- выявлены основные причины производственного травматизма и разработаны процедуры планирования работ по обеспечению безопасных условий труда и снижению производственных травм на угледобывающих предприятиях;
- проведен анализ международного и российского опыта по утилизации и использованию метана;
- разработаны методические рекомендации по организации безопасного и эффективного управления горным производством.

Практическая значимость исследования состоит в том, что результаты разработок, полученных в ходе исследования, могут быть использованы ООО «Угольная компания Анжерская-Южная» для обеспечения производственной безопасности.

Теоретическая значимость работы определяется возможностью использования данных разработок другими российскими и зарубежными угледобывающими компаниями.

В процессе выполнения работы были разработаны рекомендации по решению проблемы промышленной безопасности для ООО «Угольная компания Анжерская-Южная». В качестве основных методов исследования в работе использовался комплекс методов, включающих:

- теоретический метод: теоретический анализ литературных источников, журналов;
- методы эмпирического исследования: наблюдение, сравнение и описание российской и зарубежной практик утилизации шахтного метана;

- общелогические методы: анализ производственного травматизма на угледобывающем предприятии;

- комплексный подход при изучении проблем обеспечения промышленной безопасности на угледобывающем предприятии;

Научная новизна работы заключается в анализе основных причин возникновения аварий и инцидентов на угледобывающем предприятии и разработке рекомендаций для решения проблемы промышленной безопасности:

– определены основные факторы, влияющие на безопасное ведение горных работ;

– разработаны рекомендации по обеспечению высокого уровня промышленной безопасности на угледобывающем предприятии.

Обоснованность и достоверность результатов исследований подтверждается: достаточным объемом статистической информации по предприятиям угольной промышленности; применением методов экономического анализа и статистики; положительными результатами апробации рекомендаций и выводов диссертационного исследования.

Реализация выводов и рекомендаций. Научные результаты, теоретические положения и разработанные мероприятия по обеспечению безопасных условий ведения горных работ приняты для использования ООО «Угольная компания Анжерская-Южная».

Апробация работы

Публикации. По результатам исследования автором опубликована 1 научная работа.

Объем и структура работы. Диссертация состоит из введения, четырех глав и заключения, содержит 14 таблиц, 6 рисунков и список использованной литературы из 55 наименований.

1. Современные проблемы промышленной безопасности на угледобывающих предприятиях

1.1 Состояние промышленной безопасности на российских угледобывающих предприятиях

Российская Федерация богата полезными ископаемыми. Их добыча осуществляется на протяжении десятилетий предприятиями горнодобывающей промышленности, как для собственных нужд российской экономики, так и для экспорта в зарубежные страны. Угольная промышленность всегда являлась одной из крупнейших отраслей топливно-энергетического комплекса России. Российская Федерация является одним из мировых лидеров по производству угля и, согласно статистике BP Statistical Review of World Energy, занимает шестое место по объемам угледобычи после Китая (3 523,2 млн. т), Индии (716 млн. т.), США (702,3 млн. т.), Австралии (481,3 млн. т.) и Индонезии (461 млн. т.) [2] [3]. С точки зрения экономики, угольная промышленность России является сегодня одной из системообразующих. По данным Министерства энергетики, на конец 2019 года общая производственная мощность российских угледобывающих предприятий по добыче составила 437 млн. тонн. Добыча угля осуществлялась на 166 угольных предприятиях (57 угольных шахт и 109 разрезов) [4][5].

Несмотря на ускоренное развитие угольной промышленности, данная отрасль сталкивается сегодня с рядом вызовов и угроз. Снижение потребления угля как в стране, так и за ее пределами, а также нестабильность конъюнктуры угольных рынков - одни из них. В мире снижение потребления угля связано с экологическими и климатическими причинами, в России основная проблема – вытеснение угольного топлива дешевым газом, большие расстояния транспортировки угольной продукции и инфраструктурные ограничения (рис.1) [6].



Рисунок 1 - Глобальные вызовы угольной промышленности

Угольная промышленность остается производством с преимущественно вредными и опасными условиями труда. Ежегодно в мире происходит около 125 млн. несчастных случаев. Россия входит в пятерку стран с самым высоким показателем несчастных случаев на производстве. В этот список также входят: Япония, Германия, США и Франция. В среднем за год в общей сложности погибает около 220 тыс. человек. Смертность от травм, полученных на производстве, сегодня занимает в мире третье место [7][8].

Тем не менее, уровень аварийности и смертельного травматизма в целом имеет устойчивую тенденцию к снижению. За период 2014-2019 гг. аварийность снизилась на 33,6 % (с 226 до 150), а количество смертельных случаев – на 38 % (с 266 до 165). За последние два года, по отношению к 2018 году в 2019 показатели аварийности снизились на 14,3 %, а количество смертельных случаев – на 6,8 %. Следует также обратить внимание на соотношение динамики добычи угля с уровнем производственного травматизма на предприятиях угольной промышленности России за период 2009-2019 гг. (табл. 1) [9].

Таблица 1 - Динамика объемов добычи угля, производственного травматизма со смертельным исходом и аварийности за 2009–2019 годы

<i>Год</i>	<i>Объем добычи угля, млн. т</i>	<i>Количество аварий</i>	<i>Количество смертельно травмированных, чел.</i>	<i>Удельный показатель смертельного травматизма, чел/млн. т</i>
2009	301,79	9	48	0,15
2010	323,18	22	135	0,41
2011	337,4	13	46	0,13
2012	355,2	16	36	0,10
2013	352,01	11	63	0,17
2014	358,2	8	26	0,07
2015	373,4	8	20	0,05
2016	385,7	8	56	0,14
2017	408,9	3	18	0,044
2018	439,3	5	17	0,039
2019	436,9	18	21	0,048

Таким образом, величина удельного показателя смертельного травматизма, определяемого как количество смертельно травмированных шахтеров на 1 млн т добытого угля за год, в 2018 году уменьшилась в сравнении с 2017 годом с 0,044 до 0,039 чел/млн т. На текущий момент основными факторами, влияющими на состояние промышленной безопасности, являются:

- огромное количество нарушений требований безопасности на системной основе;
- нарушение требований безопасности по поведенческим причинам (человеческий фактор), вызванные неудовлетворительной организацией работ.

Эффективность производственного процесса угледобывающих предприятий напрямую связана с решением актуальной проблемы обеспечения промышленной безопасности. Подземные горные работы всегда считались и считаются одной из опасных сфер трудовой деятельности человека, требующей повышенного внимания к обеспечению безопасности рабочих. В 21 веке шахтеры сталкиваются с рядом рисков для их здоровья, включая физические, эргономические и психологические проблемы. Травмы остаются серьезной проблемой по сей день и могут варьироваться от сломанной руки до удушья. Состояние промышленной безопасности в данном секторе связано, прежде всего, с эксплуатацией устаревшего оборудования, низким уровнем обеспечения безопасности производства, отсутствием контроля технологических параметров, несанкционированными

действиями исполнителями работ, незнанием персоналом требований безопасного ведения работ и пр. В результате, все эти факторы в совокупности приводят к авариям, гибели людей и выходу шахт из строя на долгое время.

Еще одной проблемой, требующей безотлагательного решения, является состояние законодательной и нормативно-методической базы обеспечения безопасности ведения горных работ. В настоящее время существует множество нормативно-правовых актов и технических документов в области промышленной безопасности в угледобывающей промышленности. В них заложены основные требования, которые должны быть соблюдены на предприятии. Среди них:

- Руководство по безопасности «Состав документации по ведению горных работ в угольных шахтах»;
- Инструкция по дегазации угольных шахт (Приказ Ростехнадзора от 1 декабря 2011 г. N 679);
- Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности;
- Методические указания по проведению экспертных обследований вентиляторных установок главного проветривания;
- Правила безопасности при разработке угольных месторождений открытым способом;
- Методические рекомендации по классификации аварий и инцидентов на опасных производственных объектах угольной промышленности [10] и пр.

Существующие российские законы и нормативные акты по обеспечению безопасности труда являются скорее декларацией о намерениях, и обычно игнорируются работодателями. Согласно анализу системы промышленной безопасности (ПБ) в настоящее время недостаточно внимания уделяется особенностям производственной среды угледобывающих предприятий. На обеспечение ПБ инвестируются огромные средства, однако их объем не приводит к повышению уровня безопасности. Это связано с тем, что:

- на уровень безопасности влияют внутренние и внешние факторы;
- структура управления безопасностью как в целом на предприятии, так и в службе ОТ несовершенна;
- отсутствует четкое распределение ролей, ответственности и полномочий должностных лиц по ОТ;
- собственники не заинтересованы в инвестициях своих средств в безопасность, так как чаще всего воспринимают это как дополнительные затраты [11].

Таким образом, ключевой задачей, требующей скорого решения, является проблема промышленной безопасности в угольной отрасли. С целью решения данной задачи

Правительством Российской Федерации разрабатываются различные программы и мероприятия. Так, в целях повышения безопасности ведения горных работ на угольных предприятиях был разработан проект по обеспечению дальнейшего улучшения условий труда, повышению безопасности ведения горных работ, снижению аварийности и травматизма в угольной промышленности до 2019 года, в результате которого распоряжением Правительства Российской Федерации от 21 июня 2014 г. № 1099-р была утверждена «Программа развития угольной промышленности России на период до 2030 года». В качестве поставленных задач отмечается обеспечение снижения уровня аварийности и травматизма не менее чем на 30%, энергоёмкости добычи и переработки угля не менее чем в 1,5 раза, увеличения объема запасов углей и др.

Угольная промышленность в России обладает значительными разведанными и прогнозными запасами угля и имеет все возможности для их эффективного извлечения и дальнейшего использования с целью обеспечения потребностей в угольной продукции внутри страны, а также развития экспорта. Таким образом, краеугольным камнем устойчивого развития угольной промышленности является необходимость обеспечения промышленной безопасности, улучшения условий труда и снижения уровня аварийности и производственного травматизма до минимума. Все это требует анализа состояния и развития нормативной правовой базы, принятия новых нормативно-правовых актов / внесения изменений в действующие акты, а также модернизации отрасли и внедрения новых современных технологий.

1.2 Факторы, влияющие на безопасное ведение горных работ

В Российской Федерации вопросам повышения промышленной безопасности уделяется особое внимание. Это во многом обусловлено авариями с массовыми смертельными исходами, произошедшими за последнее время в стране: шахта «Ульяновская» (110 чел.), шахта «Распадская» (91 чел.), шахта «Юбилейная» (39 чел.), шахта «Северная» (36 чел.) и т.д. Вышеперечисленные аварии усилили внимание к вопросу обеспечения промышленной безопасности и комфортных условий труда.

Среди факторов, влияющих на безопасность ведения горных работ, можно выделить следующие группы и подгруппы:

1. *Сложные горно-геологические условия;*
2. *Сложные горнотехнические условия;*
3. *Ошибки в решениях по разработке месторождений;*
4. *Организационные и финансовые проблемы [12].*

Человеческий фактор, в том числе низкая культура производства работ, несоблюдение различных правил и технологии производства, одни из основных причин аварий на горных выработках. Это связано, прежде всего, с тем, что сами шахтеры зачастую игнорируют установленные нормы безопасности. Нарушение норм безопасности на угледобывающих предприятиях происходит потому, что объем добычи – это основной показатель, влияющий на уровень зарплаты шахтера. Если данный показатель отличается от запланированного, работнику снижают зарплату. Именно поэтому горняки иногда закрывают глаза, например, на анализаторы концентрации метана, зная, что системы безопасности созданы с большим запасом прочности (прибор начинает реагировать при концентрации метана в 2 %, а взрыв происходит при концентрации 7 %).

Главным фактором, определяющим безопасность ведения подземных работ, является *шахтная атмосфера*. Среди других факторов, влияющих на условия безопасности горнорабочих, можно выделить пожары, связанные со взрывами газа и угольной пыли. Шахтная атмосфера является неблагоприятным источником при пожарах, поскольку в ней образуется существенное количество ядовитых газов. Ядовитые газы разносятся вентиляционной струей по шахте и могут стать причиной отравления большого количества людей.

Следующим опасным фактором при пожарах является высокая температура воздуха, вызываемая процессом горения. Наиболее распространенной причиной смертельных случаев в угледобывающей промышленности являются взрывы газа. Они присущи угольным шахтам с высокой метанообильностью. Интенсивная отработка угольных пластов сопровождается обильным выделением метана в шахтную атмосферу, что при нарушении/отсутствии проветривания формирует условия для загазирования забоев, а также повышает вероятность воспламенений и взрывов метановоздушной смеси. Колебания показателей концентрации газа, а также внезапные выбросы метана и связанные с этим взрывы, являются в настоящее время серьезными факторами, влияющими на безопасность ведения горных работ. Таким образом, основным фактором, приводящим к аварийным ситуациям на угледобывающих предприятиях, является высокая взрывоопасность, связанная с внезапными выбросами угля и газа и взрывами метановоздушных смесей. Согласно ПБ безопасности [13], в зависимости от величины относительной метанообильности и вида выделения метана газовые шахты разделяются на пять категорий (табл. 2).

Таблица 2 - Классификация категорий шахт по метану

<i>Категория шахт по метану</i>	<i>Относительная метанообильность, м³/т</i>
<i>I</i>	До 5
<i>II</i>	От 5 до 10
<i>III</i>	От 10 до 15
<i>Сверхкатегорные</i>	15 и более, суфлярные выделения
<i>Опасные по внезапным выбросам</i>	Пласты, опасные по внезапным выбросам угля и газа, а также выбросоопасные породы

В России больше половины активных шахт - газообильные, большинство из них приходится на Кузнецкий бассейн. Например, из 89 предприятий 77 — газовые, в том числе, 10 из них отнесены к III категории опасности по метану, 23 — к сверхкатегорным и 19 — к опасным по внезапным выбросам угля и газа, которые по объемам выделения метана также являются сверхкатегорными [14].

Высокая газообильность угольных шахт обусловила относительно высокий уровень производственного травматизма со смертельным исходом. Показатели состояния ПБ на угольных предприятиях отрасли распределились следующим образом.

В 2018 году на предприятиях произошло 5 аварий. Общее количество смертельно травмированных составило 17 человек.

В 2017 году произошло 3 аварии. Общее количество смертельно травмированных составило 18 человек.

Количество несчастных случаев со смертельным исходом в 2018 году по сравнению с 2017 годом снизилось на 5,5 %. Общий травматизм уменьшился с 118 случаев в 2017 году до 68 случаев в 2018 году.

Динамика объемов добычи угля, производственного травматизма со смертельным исходом и аварийности за 2005–2018 годы приведена на рис. 2. Величина удельного показателя смертельного травматизма в 2018 году уменьшилась в сравнении с 2017 годом с 0,044 до 0,039 чел/млн т.

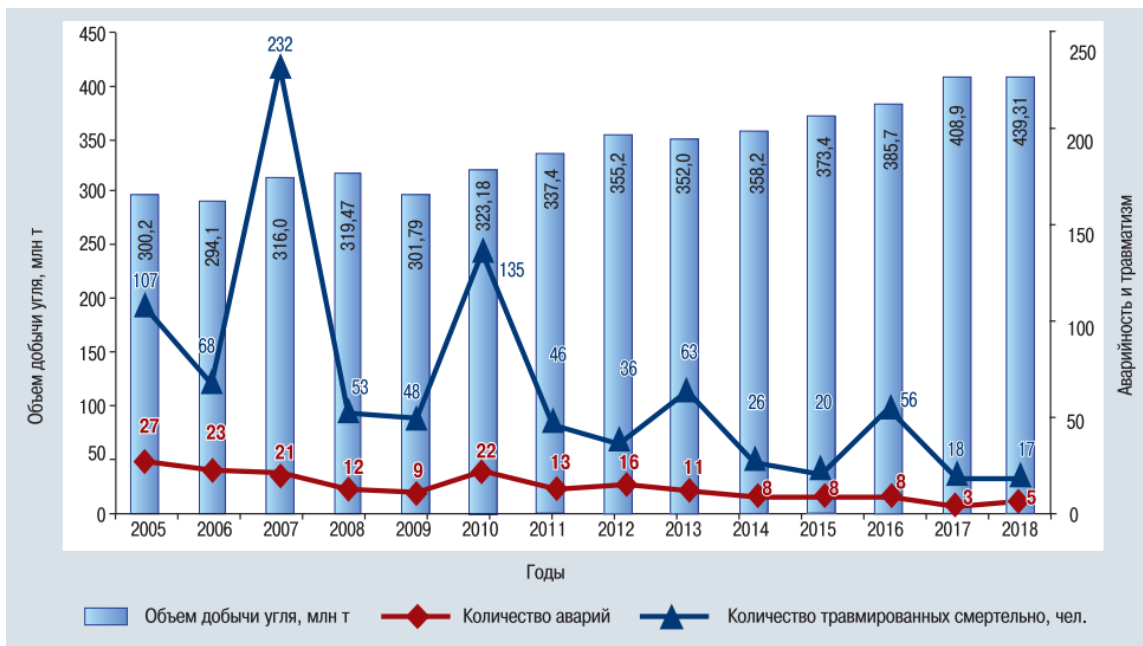


Рисунок 2 - Динамика изменения объемов добычи угля, смертельного травматизма и аварийности за 2005–2018 годы

Динамика общего количества аварий, взрывов и вспышек метана в период с 2005 по 2018 год представлена на рис. 3.

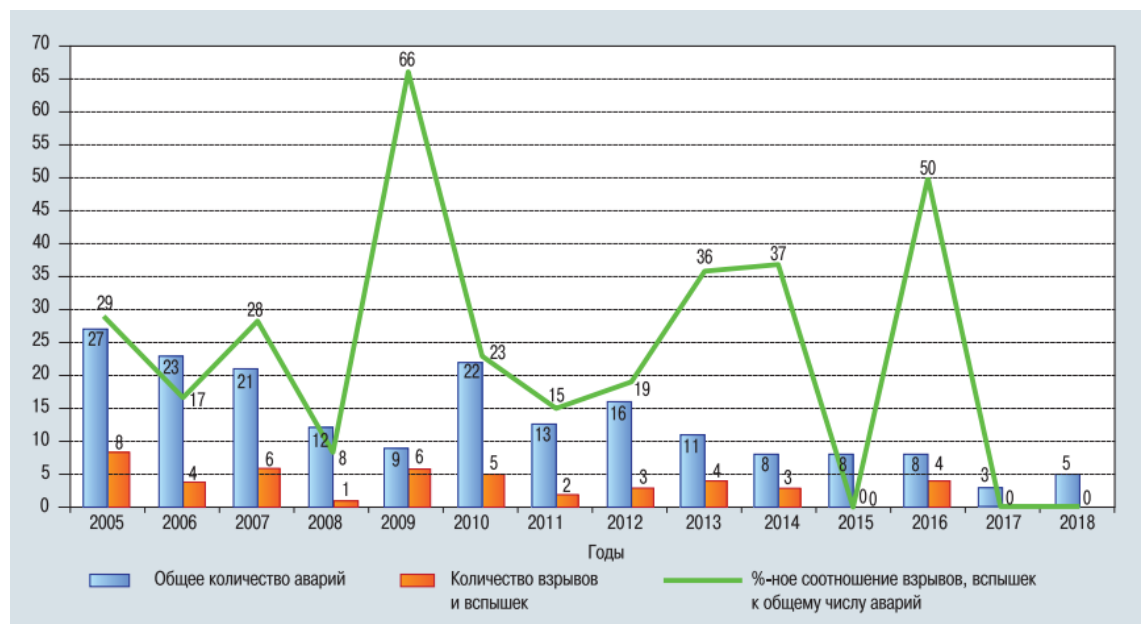


Рисунок 3 - Динамика общего количества аварий, взрывов и вспышек метана в период с 2005 по 2018 год

В 2018 году не зафиксированы аварии, связанные со взрывами и вспышками метана. Суммарный материальный ущерб от аварий в 2018 году составил 194 832,7 тыс. руб.

Проанализировав статистические данные, можно сделать вывод, что ключевым фактором, влияющим на безопасное ведение горных работ, является шахтная атмосфера и содержание в ней горючих газов, которые строго нормируются Правилами безопасностями. К сожалению, в России практически все производственные предприятия не выполняют нормы и правила безопасности в полной мере. Хотя правильно организованный и выполняемый контроль за содержанием концентрации газов в шахтной атмосфере имеет важное значение, поскольку позволяет своевременно обнаружить повышение их содержания и принять необходимые меры по нормализации газового состава.

1.3 Анализ российской и международной практик по решению проблемы промышленной безопасности на угледобывающем предприятии

В настоящее время уголь является важным источником первичной энергии в мире, и в течение следующих десятилетий будет иметь первостепенное значение в обеспечении энергетической безопасности многих стран. Учитывая тот факт, что крупномасштабная добыча угля будет продолжаться на протяжении значительного периода времени, необходимо также обратить внимание на проблему обеспечения здоровья и безопасности людей во время производственного процесса. Здоровье и безопасность в угледобывающей промышленности могут быть улучшены только в случае выявления и эффективного устранения рисков. Метанообильность шахт является одним из рисков, существенным образом влияющим на ПБ в данном секторе. Наличие метана в шахтной атмосфере создает опасные условия для ведения горных работ, последствием которых является гибель людей в результате многочисленных аварий, вызванных взрывами газа. Кроме того, метан является парниковым газом и, согласно исследованиям, его воздействие на атмосферу имеет серьезные последствия, а угольные шахты являются четвертым по величине источником выбросов метана. В этой связи актуальным вопросом является сведение к минимуму негативного воздействия добычи угля на окружающую среду.

Существует множество преимуществ использования ШМ, в том числе: сокращение выбросов парниковых газов; сохранение местного источника чистой энергии; повышение безопасности шахт за счет снижения концентрации метана; обеспечение дополнительного дохода для шахт и пр. Проекты по дренажу и утилизации ШМ в сочетании с надлежащей практикой безопасности на угольных шахтах могут снизить риск взрывов, связанных с метаном, путем предотвращения накопления и распространения шахтного метана и,

следовательно, снизить риск несчастного случая. Снижение этих рисков, в свою очередь, может снизить связанные с ними расходы.

Затраты на несчастные случаи, связанные со взрывами метана, варьируются от страны к стране. Например, остановка производственного процесса на 10 % из-за аварии, связанной со вспышкой газа, может привести к потере доходов от 8 до 16 миллионов долларов США в год на типичной высокопроизводительной шахте. Дополнительные расходы на одну аварию со смертельным исходом могут варьироваться от 2 млн. долл. США до 8 млн. долл. и более из-за потери производства, судебных издержек, компенсаций и штрафных санкций [16]. Следственно, улавливание и утилизация метановоздушных смесей не только влияет на обеспечение промышленной безопасности, но также имеет определенный экономический эффект. Мировые запасы метана в угольных пластах сегодня превышают 250 триллионов м³. Самые крупные ресурсы расположены на территории Китая, России, США, ЮАР, Индии, Польши, Германии, Великобритании и Украины. Только за последние 10 лет объём его добычи из специализированных скважин увеличился до 60 миллиардов м³/год. Задействовано более 200 фирм. Там разработали новый способ добычи метана с использованием воды, пульпы или специальных растворов, воздействия на пласты, что позволяет стимулировать повышенную газоотдачу углей [17]. В зарубежной практике добыча метана производится как из действующих, так и из ликвидированных шахт. Технологии извлечения газа на действующих шахтах успешно практикуют в Австралии.

Австралия является одним из крупнейших в мире производителей и экспортеров угля. В 2017-18 годах Австралия произвела около 510 млн. тонн угля, из которых около 75 % (380 млн. тонн) было экспортировано. На протяжении долгого времени уголь был вторым по величине экспортным ресурсом Австралии после железной руды, и с 2015 года он составлял в среднем около 1/4 годовой стоимости экспорта ресурсов и 14 % от общей стоимости экспорта [18]. Австралия обычно производит высококачественный коксующийся и энергетический уголь с высоким содержанием энергии, низким содержанием серы, золы и других загрязняющих веществ. Уголь играет центральную роль в австралийской экономике. На его долю приходится 10% от общего экспортного дохода, и он обеспечивает топливом электростанции, работающие на угле, которые в настоящее время производят 85% всей электроэнергии в Австралии. Австралия занимает шестое место в мире по количеству неконтролируемых выбросов метана в результате деятельности по добыче угля, причем выбросы метана на угольных шахтах достигли 18,4 млн. метрических тонн эквивалента диоксида углерода (CO₂) в 2000 году [19]. Основными источниками выбросов метана в Австралии являются активные шахты, как подземные, так и открытые, заброшенные шахты и выбросы после добычи.

Законодательство о горнодобывающей промышленности в Австралии считается самым прогрессивным в мире. Оно основано на принципе «обязанность заботиться» («duty of care»), который распределяется между работодателем и работником. Тем не менее, основная ответственность лежит на работодателе, который в значительной степени контролирует условия труда. Согласно законодательству, необходимо сообщать обо всех несчастных случаях и серьезных инцидентах, травмах и серьезных заболеваниях, произошедших на предприятии. Кроме того, законодательство требует, чтобы шахты проходили регулярный аудит и проверку. Большинство угольных компаний используют аккредитованных сторонних аудиторов для проверки своих систем [20].

Правительство Австралии активно поддерживает развитие угольной промышленности и различные мероприятия по борьбе с шахтным метаном посредством инвестиций в рамках Программы борьбы с выбросами парниковых газов (Greenhouse Gas Abatement Programme GGAP). В общей сложности программа предоставляет до 43,47 млн. долл. США для поддержки развития электростанций, использующих шахтный метан. Целью GGAP является сокращение чистых выбросов парниковых газов в Австралии путем поддержки мероприятий, которые могут этому способствовать. Правительство Австралии профинансировало четыре проекта (для семи отдельных электростанций) в Квинсленде и Новом Южном Уэльсе, связанных с улавливанием и использованием метана на угольных шахтах для выработки электроэнергии в рамках Программы борьбы с выбросами парниковых газов.

1. Компании ВНР Billiton было выделено 6 млн. долл. США на строительство метановой электростанции на угольной шахте Westcliff Colliery (Новый Южный Уэльс) для сжигания разбавленного метана, содержащегося в вентиляционном воздухе угольной шахты. Проект продемонстрировал возможность утилизации метана вентиляционных выбросов (VAM) и производства электроэнергии в промышленном объеме. Завод состоит из регенеративных термических окислителей (PTO) VOCSIDIZER™ (рис. 4), созданных B&W MEGTEC Systems. Энергия, выделяемая при окислении 0,9% метана из вентиляционного воздуха, генерирует высококачественный пар, пригодный для стандартных паровых турбин. В этом проекте, введенном в эксплуатацию в 2007 г., используется установка VOCSIDIZER™ производства компании MEGTEC Systems. Система способна пропускать до 250 000 м³ вентиляционного воздуха в час и производит около 5 МВт электроэнергии при помощи утилизационной паровой турбины, а также свыше 625 000 углеродных кредитов. По расчетам входящей в проектную сеть GMI компании MEGTEC Systems, номинальный КПД теплообмена этой системы составляет 95-98 % [21].

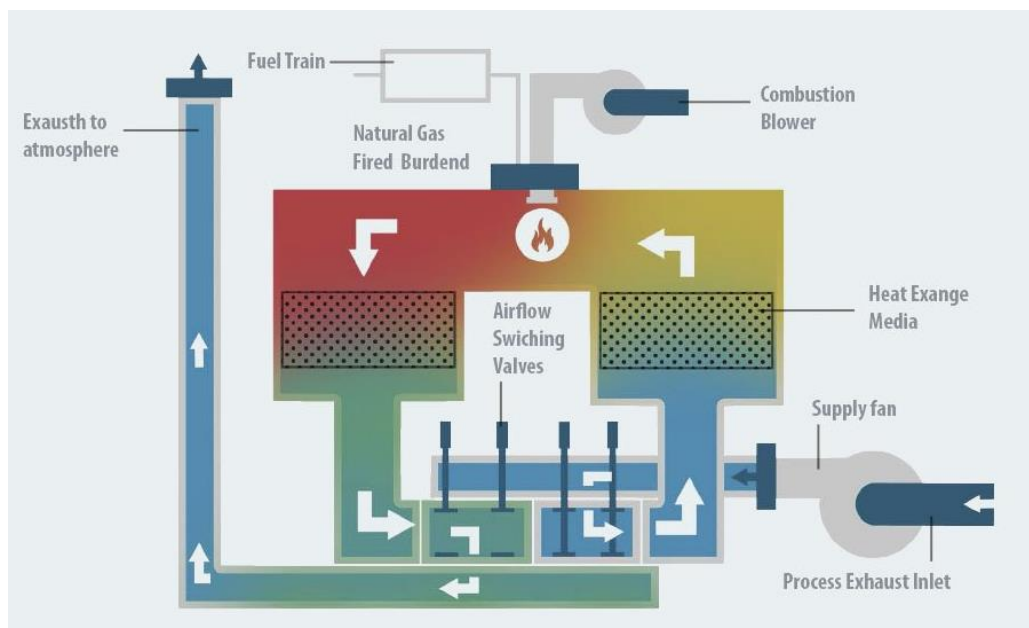


Рисунок 4 - Система РТО

2. Компания Energy Developments Limited (EDL) получила грант в размере 15,47 млн. долл. США на строительство метановой электростанции на угольной шахте Anglo Coal Mine (Юго-Западный Квинсленд). По оценкам, этот проект позволил сократить выбросы парниковых газов до 6,1 млн. тонн CO_2 в 2008-2012 годах. В проекте использовалась технология поршневых газовых двигателей с использованием метана угольной шахты. Электроэнергия, вырабатываемая станцией, экспортируется в местную распределительную сеть.

3. Envirogen было выделено 13 млн. долл. на строительство / модификацию трех газовых электростанций: Oceanic Coal Australia Ltd (Новый Южный Уэльс); Tahmoor Coal Pty Ltd (Новый Южный Уэльс) и Oaky Creek, Mt Isa Mines Ltd (Юго-Западный Квинсленд). По оценкам, этот проект позволил сократить выбросы парниковых газов до 2,25 млн. тонн CO_2 в 2008-2012 годах. Envirogen использует газопоршневую электростанцию Jenbacher J 320 для утилизации газа. Установка Jenbacher предназначена для производства 3-хфазного электрического тока, тепла, холода, CO_2 [22].

Технология РТО широко используется на предприятиях Австралии, Китая и США. РТО - единственная операционная технология, способная использовать вентиляционный метан в качестве первичного топлива при концентрациях метана ниже 1,5 %. Регенеративный термический окислитель и регенеративное каталитическое окисление (РКО) уже давно используются как инструмент по устранению загрязнения в обрабатывающей и других отраслях промышленности, и теперь они успешно адаптированы для окисления метана в вентиляционном воздухе шахты.

Практика извлечения и эффективного использования метана широко распространена в Германии. Так, в Рейнско-Вестфальском бассейне ежегодно из ликвидированных шахт добывается около 100 млн. м³ газа, содержащего 29-95 % метана, и ежегодно отсасывается 120 млн. м³ газа (рис. 5) [23]. В конце 90-х годов XX века Правительство Германии приняло решение о поддержке использования шахтного метана в качестве альтернативы природному газу [24]. Например, на территории ликвидированной шахты «Монт Ценис» в городе Херне (Северная Рейн-Вестфалия) функционирует установка по откачке газа из техногенных пустот шахты и его утилизации производительностью. Энергоблоки ТЭС «Монт Ценис» вырабатывают около 9,5 ГВт·ч электроэнергии и 14,5 ГВт·ч тепловой энергии в год, что сокращает выбросы двуокиси углерода в атмосферу примерно на 52 тыс. т/год.

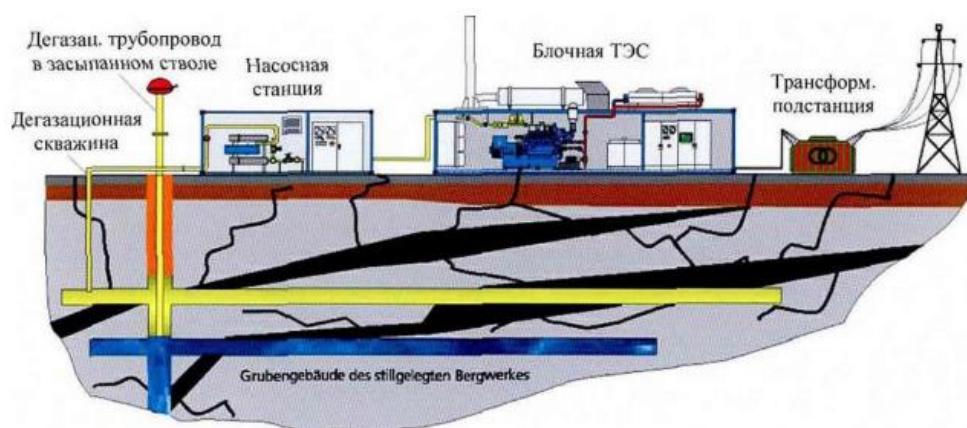


Рисунок 5 - Схема добычи и утилизации метана ликвидированных шахт Германии

Сегодня решением вопроса утилизации метана, откачиваемого из всех закрытых шахт Рурской области Германии занимается компания Green Gas International. В 2011 году компания произвела 636 ГВт·ч электроэнергии из возобновляемых источников.

Многие европейские страны также ведут активную работу по реализации проектов извлечения и утилизации газа из закрытых угольных шахт. Среди них: Франция, Великобритания, Чехия, Польша и т.д. Некоторый опыт в данном направлении имеется и в России, однако большая часть проектов направлены именно на действующие шахты.

В газообильных шахтах России управление метановыделениями осуществляется следующими средствами:

1. вентиляция шахт — использование вентиляторов, обеспечивающих свежим воздухом шахтную атмосферу.
2. дегазация шахт — применение насосов и изолированного отвода на земную поверхность по трубам газозвушных смесей.
3. наземные газоотсасывающие вентиляторные установки - отвод через скважины части воздуха из призабойного пространства лавы по выработанному пространству выемочного участка на поверхность [25]. При данном способе снижается метанообильность

призабойного пространства и выработок выемочного участка, поскольку часть выделяемого газа искусственно отводится на поверхность. Однако в выработанных пространствах формируются взрывоопасные концентрации газа и угольной пыли, что создает предпосылки к взрывам метанопылевоздушных смесей.

Проветривание является основным способом разбавления и рассеяния опасных газов в подземных горных выработках. Чем больше свежего воздуха подается в забой, тем большее количество выделяемого газа может быть разбавлено. Однако для незначительного увеличения количества подаваемого воздуха необходимо значительно повысить давление, что приводит к увеличению его утечек через выработанное пространство и вентиляционные двери. Данные утечки, в свою очередь, могут привести к самовоспламенению и повреждению систем дегазации.

В угольной промышленности по времени проведения различают следующие виды дегазации:

- *Заблаговременная* - осуществляется до ведения горных работ путем гидрорасчленения угля с применением высокопроизводительных насосных агрегатов (экономически не выгодно). Кроме того, для реализации данной технологии требуется время, исчисляемое иногда десятком лет, в течение которых происходит снижение газоносности до безопасного уровня.

- *Предварительная* - удаление метана из пласта до начала ведения горных работ с целью снижения выбросоопасности. Это можно сделать посредством бурения скважин, однако данный процесс очень дорогостоящий.

- *Текущая* - имеет два направления: дегазация через скважины, пробуренные из подземных горных выработок, и дегазация выработанных пространств скважинами, пробуренными с земной поверхности. Текущая дегазация заключается в каптировании метана до его поступления в шахтный воздух и в получении доступа в зону нарушений над отрабатываемым пластом. При использовании методов текущей дегазации имеется возможность для извлечения газа в значительно бóльших объемах по сравнению с методами предварительной дегазации [26].

Первые две схемы уже давно применяются в мировой практике. Третья схема - относительно новая и в российских шахтах ее начали применять лишь четверть века назад.

Помимо вышперечисленных методов существует еще один способ борьбы с метановыделениями - *общешахтная депрессия* (проветривание выемочных участков с изолированным отводом метана из выработанного пространства). Данный способ считается еще более опасным, о чем свидетельствуют катастрофические последствия аварии на шахте

«Ульяновская» (ОАО «ОУК «Южкузбассуголь») 21 марта 2007 г., вызванные взрывом метановоздушной смеси.

В последние годы в угольных шахтах России применяются новые технологические решения и высокопроизводительная очистная техника мировых фирм, таких как ДЖОЙ и ДВТ, для добычи ШМ. В одной из шахт России («СУЭК-Кузбасс») функционирует Управление дегазации и утилизации метана (УДиУМ). На данной шахте с помощью мощных насосов выкачивают метан, который впоследствии преобразовывается в тепловую и электрическую энергию. Полученная в газогенераторах электроэнергия (в среднем 20-32 МВт в сутки) уходит в городскую электрическую сеть и уже оттуда возвращается на шахту. В тепло газ превращается путем сжигания в шахтовой котельной и последующего использования для обогрева зданий. Такая переработка метана широко применяется в мире, например, в Германии и Польше. Но газ там добывается из неработающих шахт. Технология, которая применяется на «СУЭКе», уникальна - она позволяет использовать метан, добываемый из действующей шахты. Кроме того, в 2015 году СУЭК ввел в эксплуатацию первую в России безлюдную лаву, позволяющую производить выемку угля без присутствия человека в потенциально травмоопасных зонах [27].

Тем не менее, наиболее распространенная практика по утилизации газов на российских угледобывающих предприятиях заключается в согласованной работе систем вентиляции, дегазации и газоотсоса. Практика заблаговременной дегазации для снижения газоносности пластов российских шахт была введена только недавно. Ранее в России отсутствовал опыт проведения заблаговременной дегазации ввиду отсутствия нормативной базы, регламентирующей данную технологию борьбы с газом. Хотя во многих странах уже давно имеется такой положительный опыт. Китайские угольные компании достигли невероятных успехов в дегазации шахт с применением заблаговременной дегазации, в 6 раз снизив смертность шахтёров от взрывов метана в шахтах [28].

Сегодня сокращение выбросов метана представляет собой международный приоритет, в реализации которого угледобывающие предприятия могут играть существенную роль. Стоит отметить, что технологии извлечения и использования ШМ коммерчески доступны и доказали свою эффективность, что делает для угольной промышленности утилизацию ШМ весьма привлекательным решением проблемы борьбы с выбросами парниковых газов (ПГ) в краткосрочном и среднесрочном плане. Использование и утилизация метана может принести огромную экономическую выгоду. Однако не весь добытый газ используется или может быть использован в коммерческих

целях, но, в зависимости от качества и объемов, ШМ может использоваться в различных проектах, включая:

- подачу в газопроводы;
- выработку энергии;
- генераторы электроэнергии для шахты или определенного региона;
- сжигание в бойлерах вместе с другими видами топлива;
- использование для отопления шахты / района и сушки угля;
- использование в качестве топлива для транспортных средств, а также в производственных или промышленных целях (производство аммиака, метанола и т.д.);
- факельное сжигание [29].

В настоящее время коммерческое использование ШМ не является ни технически, ни экономически целесообразным во многих проектах дренажа ШМ по всему миру. В результате производственной деятельности отработанный газ выпускается непосредственно в атмосферу через вытяжной / нагнетательный насос. Одним из вариантов уменьшения воздействия метана на окружающую среду является его сжигание в контролируемой факельной системе. Сжигание ШМ успешно используется в Европе и Австралии, но пока не получило широкого распространения в угольной промышленности России.

Таким образом, проанализировав зарубежный и отечественный опыт по вопросу использования и утилизации шахтного метана, можно сделать следующие выводы:

1. За рубежом успешно практикуются технологии извлечения газа на угольных предприятиях. Самую масштабную работу по извлечению ШМ развернули в Австралии, США и Китае.
2. Мировая практика утилизации газов из шахтной атмосферы заключается в заблаговременной дегазации неотработанных угольных пластов путем бурения скважин.
3. Большинство зарубежных проектов по утилизации метана направлено на закрытые шахты, в то время как в России каптирование метана ведется на действующих шахтах.
4. Отечественная практика по утилизации газов заключается в согласованной работе систем вентиляции, дегазации и газоотсоса.
5. Зарубежный опыт использования добытого ШМ заключается в следующем: шахтный газ используется на ТЭС, в шахтных котельных для подогрева доменных и коксовых печей (напр. Германия, Чехия, Великобритания), для выработки электроэнергии (напр. Польша, Япония, Австралия, США), либо используется в качестве автомобильного

топлива [30]. Отечественный опыт подразумевает сжигание газа либо его выброс в атмосферу.

2. Анализ уровня промышленной безопасности в ООО «Угольная компания Анжерская-Южная»

2.1. Характеристика структуры и деятельности предприятия

Общие географические сведения о шахте «Анжерская Южная»

Проект строительства шахты «Анжерская Южная», разработанный институтом «Кузбассгипрошахт», был утвержден Минуглепромом СССР постановлением от 04.11.87 г. № 174/5-8. Работы по строительству шахты были начаты в 1989 году силами шахты «Анжерская» и Анжерского ШСУ. Поле шахты «Анжерская-Южная» административно расположено в Кемеровском районе, в 60 км к северу от областного центра г. Кемерово. Площадь шахтного поля - это слабосхолмленная равнина, расчлененная долинами ручьев и речек с абсолютными отметками от 170 до 290 м. Площадь шахтного поля составляет 23 км². Длина по простиранию - 9,7 км, ширина в крест простирания - 1,8 - 3,8 км.

Границами шахтного поля являются:

- на юге - XVIII разведочная линия (общая с действующей шахтой «Первомайская»);
- на севере и востоке - выход под наносы почвы нижнего пласта XXVII;
- на западе - проекция на дневную поверхность линии пересечения пласта XXI с горизонтом - 300 м, ось Ровненской синклинали и далее XXVI р.л., а к северу от нее - ось Северо-Бирюлинской антиклинали;
- нижняя граница - горизонт - 300 м (граница подсчета запасов).

Характеристика угольных пластов

В пределах шахтного поля разведаны семь угольных пластов: Бирюлинский, Семеновский, XXI, XXIII, XXIV, XXVI, XXVII. Общая мощность угольных пластов составляет 8,93 м, угленосность толщи равна 1,47 %. Из указанных выше пластов рабочими являются пласты: XXI, XIII, XXIV, XXVI, XXVII. Пласт Бирюлинский промышленной ценности не имеет. Запасы угля по пласту Семеновскому отнесены к забалансовым запасам. К первоначальной отработке принимаются наиболее мощные из них – XXI и XXVII. В настоящее время отрабатывается XXVII пласт.

Пласт XXVII имеет преимущественно сложное строение и состоит из двух угольных пачек штриховато-полосчатого, полуматового угля, разделенных породным прослоем. Верхняя угольная пачка, как правило, маломощна (0,35-0,61 м при средней 0,52 м), а нижняя имеет мощность 1,46-1,91 м, при средней 1,67 м. Соппротивление угля одноосному сжатию составляет $G_{сж}=105-110$ кг/см². Пласт XXVII оценивается как относительно выдержанный. Его вынимаемая мощность колеблется в пределах 2,26-2,87 м и в среднем составляет 2,48 м.

Пласт XXVII в целом имеет субмеридианальное простирание и моноклиальное залегание с падением на запад под углом 24-25°. Угли пласта XXVII относятся к марке КО, КС с выходом летучих веществ $V=14,6-21,8\%$, толщиной пластического слоя Y до 11 мм, удельной теплотой сгорания $Q=8650$ ккал/кг, влажностью $W=1,07\%$, эксплуатационной зольностью $A=12,6\%$. Пласт XXVII является склонным к самовозгоранию, опасным по пыли, угрожаемым по горным ударам с глубины 220 м, выбросоопасным с глубины 300 м от дневной поверхности. Газоносность рассматриваемого пласта XXVII увеличивается одновременно с увеличением стратиграфической глубины и степени метаморфизма угля.

Характеристика качества углей

Угли характеризуются содержанием витринита 37-42%, с показателем его отражательной способности $R_0 = 1,16-1,22\%$, выходом летучих веществ – 20,0-24,0%, толщиной пластического слоя 10 мм и, согласно ГОСТ 25543-88, относятся к коксующейся марки КО. Зольность чистых угольных пачек составляет 8,7-9,4% по средним значениям. Содержание серы в углях 0,39-1,4%, фосфора – 0,003-0,006%. По элементному составу угли характеризуются высоким содержанием углерода и водорода и имеют высокую теплоту сгорания. По выходу промежуточных фракций в соответствии с ГОСТ 10100-84 угли пластов относятся к легко- и труднообогатимым. Ожидаемая зольность добываемых углей по промышленным запасам с учетом засорения углей породой от породных прослоек, ложной кровли и подготовительных работ и составляет по пласту XXI – 24,5-26,7%, по пласту XXVII – 20,7%. Коксующиеся угли марки «КО», используемые в производстве кокса, должны иметь зольность не более 10,5%.

Гидрогеологические условия

Отложения шахтного поля с гидрогеологической точки зрения имеют двухэтажное строение: угленосные коренные отложения и перекрывающие их рыхлые глинистые четвертичные отложения.

Водоносные горизонты, благодаря интенсивной трещиноватости, гидравлически связаны между собой и практически образуют единую обводненную зону. Активность водообмена резко возрастает в условиях развития разрывных тектонических нарушений, которые способствуют разгрузке напорных вод. Статические запасы подземных вод, сосредоточенных в зонах разрывных нарушений значительные, но при вскрытии быстро срабатываются. С глубиной трещиноватость постепенно затухает и уменьшается водопроницаемость пород. Качество вод отвечает требованиям к хозяйственно-питьевым. Притоки воды в горные выработки Блока № 1 прогнозируются следующими:

- нормальный - 365 м³/час
- максимальный - 550 м³/час.

Горно-геологические и горнотехнические условия эксплуатации

Пласт XXVII имеет сложное строение. Согласно ГОСТ 25543-88 уголь пласта XXVII относится к коксующимся маркам КО, КС. Средняя зольность угольных пачек пласта составляет 9,6 %.

Непосредственная кровля сложена серовато-черным мелкозернистым тонко-средне-слоистым слабо-трещиноватым алевролитом мощностью около 1,5-2,0 м и крепостью $f=5-7$. Непосредственная кровля относится к устойчивой.

Газоносность

Природная газоносность угольных пластов шахтного поля высокая. На глубине 89,1 м по скважине 4434 (III р.л.) газоносность XXIV пласта составляет 5,6 м³/т.с.б.м. Максимальное значение газоносности, равное 28,3 м³/т.с.б.м., отмечено на глубине 753,2 м по скважине 2388 (XXII р.л.).

Градиент нарастания газоносности на 100 м глубины равен 3,3-5,4 м³/т.с.б.м. Глубина залегания зоны дегметанизации колеблется от 88-200 м в южной части до 260-460 м - на севере участка.

Газоносность пласта XXVII увеличивается одновременно с увеличением стратиграфической глубины и степени метаморфизма угля. В южной части участка на гор. ±0 м она равна 5 м³/т.с.б.м. и увеличивается до 15 м³/т.с.б.м. - на гор. -100 м. Изогаза 25 м³/т.с.б.м. проходит немного ниже горизонта -300 м. Однако, согласно геологическому отчету, по участку отмечается закономерность снижения природной газоносности пласта в направлении с юга на север, что можно проследить по картам прогноза газоносности пласта.

Газоносность пласта XXVII от верхней границы метановой зоны до горизонта ±0 м ниже, чем газоносность вышележащих пластов, на соответствующих глубинах залегания, на 4-6 м³/т.с.б.м. По мере увеличения глубины, данный разрыв уменьшается и на горизонте -300 м значения газоносности пластов XXI, XXIV и XXVII становятся примерно равными. Данное понижение значений газоносности объясняется целым рядом причин. В частности - уголь пласта XXVII имеет самое низкое содержание витринита - 54 %, кровля пласта XXVII представлена в основном песчаниками, пористость которых создает благоприятные условия для снижения газоносности пласта.

По газу метану, согласно приказу № 200 от 06.09.2017 г., ООО «ОЭУ Блок № 2 ш. «Анжерская-Южная» отнесена к опасной по внезапным выбросам, по диоксиду углерода - к I категории.

Удароопасность и выбросоопасность угольной пыли

Пласт XXVII с глубины 300 м отнесен к угрожаемому по внезапным выбросам угля и газа (НЦ ВостНИИ № 14-7 КГ от 05.12.2007 г.), а с глубины 220 м - к угрожаемому по горным

ударам (заключение КП ВНИМИ № 73 от 24.11.2014 г.). Горные работы в лаве 7-2-3 при ее отработке будут вестись ниже границы удароопасности, но выше границы выбросоопасности. Так же при ведении подготовительных работ для выработок лавы 7-2-3 и 7-3-2 выработки будут проводиться на глубинах, угрожаемых по горным ударам.

Согласно «Правилам безопасности в угольных шахтах» (ПБ 05-618-03) п.292, к опасным по взрывам пыли относятся пласты угля с выходом летучих веществ 15 % и более, а также пласты угля с меньшим выходом летучих веществ, взрывчатость пыли которых установлена лабораторными испытаниями специализированных институтов [31]. Угольный пласт XXVII шахты «Анжерская-Южная» имеет выход летучих веществ 18,5 % и относится к опасному по взрывчатости угольной пыли и к группе склонных к самовозгоранию с инкубационным периодом 52 суток.

Взрывоопасность угольной пыли

К опасным по взрывам угольной пыли относятся пласты с выходом летучих веществ 15 % и более, а также пласты угля с меньшим выходом летучих веществ, взрывчатость пыли которых установлена лабораторными испытаниями. Уголь пласта XXVII обладает выходом летучих веществ 18,5 %, поэтому является опасным по взрываемости угольной пыли.

Вскрытие месторождения и подготовка пластов в шахтном поле

Шахтное поле условно разделено на три выемочных блока, согласно этапам отработки. Маркировка лав принята тремя числами: первое число показывает принадлежность лавы к пласту, второе – указывает номер выемочного блока, в котором находится лава, и третье – номер лавы в этом блоке в направлении сверху вниз.

Средние размеры выемочных участков (столбов) по простиранию:

- в блоке №1 \approx 2000 м;
- в блоке №2 \approx 1700 м;
- в блоке №3 \approx 2800 м.

Нижняя граница горизонт – 300 метров. В принятых границах площадь шахтного поля составляет 23 км², размеры шахтного поля по простиранию 9,7 км, вкрест простирания от 1,8 км до 3,8 км.

Шахтное поле по падению разделено на 2 горизонта. Границей первого вскрываемого горизонта принята отметка – 40 метров, что соответствует глубине от поверхности 230-270 метров. Вскрытие рассматриваемого пласта XXVII осуществлено по схеме шахта-пласт с независимыми выработками и объектами жизнеобеспечения (вентиляция, водоотлив, транспорт) от других пластов. В южной части блока №1 пласт XXVII вскрыт конвейерным и параллельным бремсбергами до горизонта - 40 м, на границе выемочных блоков №1 и №2 - конвейерным и грузо-людским стволами до горизонта – 10 м.

Для отработки запасов блока № 2 на севере блока вдоль предохранительного целика под реку Ерпак пройден Скот. Для обеспечения выхода на поверхность вдоль южной границы шахтного поля проходится южный фланговый бремсберг. Кроме этого, для обеспечения отработки трех верхних лав блока № 3 проходятся два диагональных бремсберга (путевой и конвейерный) с выходом на дневную поверхность посредством шурфа.

Подготовка шахтного поля

Подготовка блока №1 осуществлена наклонными конвейерным и грузо-людским стволом, конвейерным и параллельным бремсбергом, которые являются как вскрывающими, так и подготавливающими выработками. Дальнейшая подготовка блока №1 предусматривается магистральным штреком 7-1 и вентиляционным штреком 7-1-4. Сечение выработок в свету составит 16,0 и 18,0 м² соответственно. Крепление выработок предусматривается в зависимости от глубины их заложения от земной поверхности. С глубины более 200 м капитальные выработки крепятся анкерной крепью, до 200 м – рамной.

Магистральный штрек 7-2 предусматривается оборудовать подвесной монорельсовой дорогой. Основным назначением выработки будет обеспечение транспортной и вентиляционной связи между основным воздухо-подающим бремсбергом и горными работами в блоке №2. Вентиляционный штрек 7-1-4 предусматривается оборудовать ленточным конвейером 2Л-1000А, по которому предусматривается транспортирование горной массы и подготовительных забоев блока №3.

Со стороны наклонных стволов подготовка будет осуществляться уклонами №1 и №2, протяженностью 265 и 155 м соответственно, пройденные с гор. -70 до гор. -100 м. Сечение уклонов в свету составит 18 м², крепление выработки – анкерной крепью в соответствии с заключением ВНИМИ. В уклоне №1 предусматривается оборудование подвесной монорельсовой дороги для доставки оборудования, материалов и перевозки людей, а также для подачи свежего воздуха в блок №2. Уклон №2 предусматривается оборудовать ленточным конвейером 2Л-1000А и использовать выработку для транспортирования горной массы и выдачи исходящей струи воздуха из блока №2. В самой нижней их части предусматривается строительство водоотливного комплекса, в который будут поступать водопритоки с горных выработок и отработанных пространств блока №2 и части блока №1.

Магистральный штрек 7-2 и вентиляционный штрек 7-2-4 будут основными подготавливающими и оконтуривающими выработками верхней части блока №2. Сечение и крепление выработок аналогично выработкам блока №1. Магистральный конвейерный штрек 7-2 предусматривается оборудовать ленточным конвейером 2Л-1000А, по которому будет осуществляться транспортирование горной массы из выемочного участка 7-2-3 и

подготовительных забоев, выполняющих его подготовку. По вентиляционному штреку будет осуществляться подача свежего воздуха для проветривания выемочного участка 7-2-3, а также доставка оборудования, материалов и перевозка людей, для чего его предусматривается оборудовать подвесной монорельсовой дорогой.

Подготовка блока №3 будет осуществляться южным фланговым бремсбергом, который будет являться и вскрывающей выработкой, а также южным вспомогательным бремсбергом, не имеющим выхода на земную поверхность. Оборудование, сечение, крепление и назначение вспомогательного бремсберга аналогично южному фланговому бремсбергу, протяженность выработки составит 240 м, угол наклона выработки равен $20,7^{\circ}$.

В качестве магистральной подготавливающей выработки блока №3, по которой осуществляется перевозка людей, материалов и оборудование, осуществляется подача свежего воздуха в подготовительные забои, предусматривается проведение магистрального штрека 7-3. Сечение и крепление выработки аналогично магистральным штрекам других блоков – $S = 18,0 \text{ м}^2$. Протяженность выработки составит 2700 м. Выбор системы разработки с оптимальными параметрами при выемке наклонных пластов на шахте «Анжерская-Южная» во многом в дальнейшем может предопределить эффективность работы комплексно-механизированных забоев.

Технология очистных работ

Горно-геологические условия отработки пластов XXI и XXVII во многом схожи, что позволяет отрабатывать их с применением однотипного выемочного оборудования. Отработка пластов XXI и XXVII в блоках 2 и 3 возможна аналогичным оборудованием, которое принято проектом для отработки этих пластов в блоке 1. Исключением является блок №2 пласта XXI. На этом участке пласта, особенно в северной и северо-западной его частях, вынимаемая мощность гораздо ниже, чем в двух других блоках (составляет в среднем 1,5-1,8 м). Кроме этого, мощность пласта меняется в довольно широких пределах от 1 м до 2,0-2,4 м, что еще больше осложняет работу механизированных комплексов.

Из технологии выемки (частично-механизированная, механизированная и комплексно-механизированная) в соответствии с горно-геологическими характеристиками для вынимаемой мощности 2,5 м, суммарное сопротивление крепи должно составлять не менее 7 МПа, для типа кровли 3.1.3 (п. 2.2.1.) при угле падения пласта до 25° применяется комплексно-механизированная технология с применением механизированного комплекса. В соответствии с выбранной технологией выемки, применяется отработка длинными столбами с полным обрушением кровли. Такая система разработки позволяет достигать высоких нагрузок на комплексно-механизированный забой, снизить эксплуатационные потери угля

при отработке столбов, обеспечить надежное проветривание выемочных участков, а также обеспечить высокий уровень безопасности при ведении горных работ.

Самозарубка комбайна на новую дорожку предусматривается косыми заездами. Схема передвижки и крепления заряженная на шаг передвижки, т. е. средства передвижки - гидродомкраты находятся в состоянии резервированного ожидания, которая обеспечивает возможность полного и немедленного закрепления призабойной кровли непосредственно над комбайном до передвижки забойного конвейера.

Демонтажную камеру 7-2-3 предусматривается пройти заранее. Применяется механизированный комплекс 1KM-144КС в состав которого входит: выемочная машина KSW-460NE; доставочная машина - забойный скребковый конвейер "Анжера-30"; механизированная крепь 1KM144КС, крепи сопряжения забоя с конвейерным КСКВ; насосные станции AZE-5; оросительная система КОСВО; энергопоезд; кабелеукладчик КТ2. Механизированная крепь 1KM144КС, очистной комбайн KSW-460NE и приведенное выше очистное оборудование при отработке лавы пласта XXVII обеспечит среднюю нагрузку на очистной забой на уровне 1940 т/сут. по горной массе или 57 тыс. тонн в месяц. При заданных нагрузках на очистной забой производственная мощность предприятия составит 800 тыс. тонн рядового угля в год, что будет достигнуто одновременной работой одного очистного и 5 подготовительными забоями.

Вентиляция и дегазация

На шахте применяется центрально-фланговая схема проветривания, единая система проветривания шахты и нагнетательный способ проветривания сети горных выработок. В настоящее время проветривание шахты осуществляется тремя нагнетательными установками:

- вентиляторная установка 2ВЦ-15 (1 раб., 1 рез.), расположенная у устья Ската;
- вентиляторная установка 4ВЦ-15 (3 раб., 1 рез.), расположенная у устья конвейерного бремсберга (без конвейера);
- вентиляторная установка 2ВО № 24 (1 раб., 1 рез.), расположенная у устья грузо-людского наклонного ствола пласта XXVII.

Свежий воздух от вентиляторной установки 4ВЦ-15 поступает в шахту по конвейерному бремсбергу к проветриваемым объектам. Исходящая струя воздуха выдается из шахты по наклонному конвейерному стволу и частично по параллельному бремсбергу. Свежий воздух от вентиляторной установки 2 ВО № 24 поступает в шахту по наклонному грузо-людскому стволу к проветриваемым объектам. Исходящая струя воздуха выдается из шахты по наклонному конвейерному стволу и скату. Свежий воздух от вентиляторной

установки 2ВЦ-15 поступает в шахту по Скату, Конвейерному штреку 7-2-1, Северному бремсбергу к проветриваемым объектам.

Для снижения метановыделения на выемочных участках и предотвращения его выноса в действующие горные выработки предусматриваются предварительная дегазация пласта XXVII и дегазация выработанного пространства.

При отработке выемочных участков №7-2-4, №7-1-5 и №7-3-3-1 пласта XXVII предусматривается:

- предварительная дегазация пласта XXVII восстающими перекрещивающимися скважинами, пробуренными из конвейерных штреков лав;
- дегазация выработанного пространства лав скважинами, пробуренными из параллельной выработки в купол обрушения [32].

Дегазация

Для обеспечения безопасных условий отработки пласта XXVII при достижении проектных нагрузок на очистные забои и соблюдения требований Приказа № 451 от 5.07.2007 г. Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору, настоящим проектом предусматривается комплекс мероприятий по дегазации пласта, включающий:

1. Предварительную дегазацию обрабатываемых выемочных участков, где газоносность пласта превышает $9 \text{ м}^3/\text{т}$, параллельными восстающими скважинами с эффективностью дегазации 20%;
2. Барьерную дегазацию при проведении подготовительных выработок, где метановыделение в выработку превышает $3 \text{ м}^3/\text{мин}$ или газоносность пласта превышает $9 \text{ м}^3/\text{т}$, с эффективностью 20 %;
3. Дегазацию выработанного пространства по дегазационному трубопроводу, заведенному в погашаемую часть вентиляционного штрека (в «куток»), с эффективностью 30%;
4. Дегазацию выработанного пространства перфорированными трубами, заведенными за перемышку со стороны монтажной камеры, с эффективностью 30%.

Барьерные скважины при проведении подготовительных выработок бурятся из камер (ниш) под углом к оси выработки $3-5^\circ$. Длина скважин 100-150 м. Расстояние между камерами на 15-20 м меньше длины скважины, устья скважин располагаются на расстоянии 1,5-2,5 м от стенки выработки. При бурении дегазационных скважин должен осуществляться постоянный контроль за содержанием метана. Дегазационные скважины после окончания бурения должны быть подключены к газопроводу или герметично закрыты.

Для отвода метановоздушной смеси из шахты при отработке разрабатываемых пластов предусматривается использовать существующую дегазационную установку, оборудованную ротационными насосами Lennental.

Противопожарная защита и обеспыливание

Борьба с пожарами и угольной пылью ведется методом прокладки объединенного пожарно-оросительного трубопровода, который обеспечивает:

- подачу воды для ликвидации пожара и устройство водяных завес на пути его распространения;
- подачу воды для орошения и пылеподавления.

2.2 Анализ основных проблем, влияющих на промышленную безопасность ООО «Угольная компания Анжерская-Южная»

ООО «Угольная компания Анжерская-Южная» - одна из старейших шахт Кузбасса. Сегодня площадь шахтного поля составляет 23 км², а штат сотрудников насчитывает 900 человек. Предприятие осуществляет различные виды деятельности, в том числе:

- добычу угля подземным способом;
- переработку угля;
- шахтостроительные, строительные, ремонтно-строительные, горно-монтажные работы;
- организацию оптовой торговли товарами;
- внешнеэкономическую и иные виды деятельности.

На ш. «Анжерская-Южная» по факту добывается около 900 тыс. тонн высококачественного угля марки «К» в год, который в настоящий момент и в перспективе будет самой дефицитной маркой коксующегося угля. Данный уголь после обогащения на обогатительных фабриках Кузбасса будет использоваться в коксохимическом производстве для изготовления кокса с дальнейшей его поставкой в 100 % объеме на Липецкий металлургический завод «Свободный сокол».

В развитие производства компания вложила 653 млн руб. В 2019–2020 годах ООО «Угольная компания Анжерская-Южная» планирует инвестировать 7,2 млрд руб. в освоение и разработку нового «южного блока» с запасами угля марки ОС 7 млн т. Из общей суммы инвестиций 5 млрд руб.— привлеченные средства банков, еще 2,2 млрд руб. - привлечение с текущей деятельности шахты.

Среднесуточная добыча угля (2019 г.) по плану составила 2 194 т угля, фактический объем в сутки - 1 678 т. Стоимость 1 тонны угля увеличивается, что связано с убытками

предприятия, и на данный момент составляет 150 долл. Высокое качество угля позволяет предприятию обеспечивать стабильные поставки, в том числе зарубежным партнерам. Тем не менее, несмотря на повышение производительности ш. «Анжерская-Южная», предприятие сталкивается сегодня с проблемой безопасности ведения горных работ. Условия ведения горных работ на большинстве шахт Кузбасса являются довольно тяжелыми по газовому фактору. Все шахты бассейна, в том числе ш. «Анжерская-Южная», являются опасными по газу и взрывчатости угольной пыли. В 2017 году на предприятии случился выброс метана на глубине 400 метров. Согласно данным датчиков контроля метана, произошло резкое увеличение концентрации газа в конвейерном штреке 7-1-5 до уровня 62,5–63,7%. В результате 78 рабочих эвакуировались самостоятельно, один горняк погиб.

Все горные работы на данном предприятии ведутся и планируются в соответствии с требованиями «Правил безопасности в угольных шахтах» и «Правилами технической эксплуатации угольных и сланцевых шахт» и других нормативных документов, согласованных с Госгортехнадзором РФ. На шахте разработано положение о системе управления охраной труда, промышленной и экологической безопасности, согласно которому осуществляется производственный контроль ведения работ на шахте лицами инженерно-технического надзора. На данный момент основными мероприятиями по борьбе с газом являются надежное проветривание горных выработок, устранение возможности возникновения короткого замыкания свежей и исходящей струи воздуха, исправность вентиляционных сооружений, постоянный контроль газового режима в горных выработках. Для постоянного контроля газового режима предусматривается установка контрольно-измерительной аппаратуры, заблокированной с пусковой аппаратурой машин и механизмов. Для непрерывного местного и централизованного контроля содержания метана и выдачи сигнала на автоматическое; отключение электроэнергии контролируемого объекта при достижении предельно-допустимой концентрации газа метана используется комплекс «Метан», с дальнейшим запуском многофункциональной системы «Гранч». Для автоматического контроля воздуха в тупиковых выработках принята аппаратура АПТВ.

Предварительное увлажнение угля в массиве в очистном забое

Бурение и нагнетание жидкости в угольные пласты производят обученные рабочие, в обязанности которых входят: бурение шпуров или скважин, их очистка от буровой мелочи и герметизация, нагнетание жидкости, монтаж и переноска оборудования. В случае прорыва жидкости из скважины (шпура) в соседнюю скважину или в выработанное пространство, нагнетание ее в данную скважину прекращают и насосную установку переключают на следующую скважину. Рабочий, выполняющий работы по нагнетанию жидкости через скважины, в начале и в конце смены обязан записывать показания расходомера и манометра,

а также фиксировать все остановки насоса и случаи появления жидкости в выработке, из которой осуществляется увлажнение. На участке, который проводит работы по нагнетанию, ведется «Журнал контроля и учета работ по нагнетанию воды в пласт». Нагнетание жидкости в угольный пласт осуществляется с помощью насосной установки УНВ-02 с подачей 50 л/мин.

Для очистки исходящей струи воздуха могут применяться туманообразующие завесы на вентиляционном штреке выемочного участка.

Обеспыливание на погрузочных пунктах

Давление жидкости во взрывозащитной системе орошения очистного комбайна составляет 2.0 МПа при расходе воды не менее 2,5 л/мин на один резец. В гидросистеме ПОТ предусматривается применение насосной установки ЦНС 13-210. Также предусмотрено окожушивание и орошение (автоматически включающееся при транспортировании угля) в местах перегрузки угля, очистка исходящего воздуха из забоя лабиринтно-тканевой завесой и двумя водяными завесами ВЗ-2 (расстояние между водяными завесами 3-5 м), установленными на расстоянии не более 20 м от лавы по направлению движения воздуха и предварительное увлажнение угольного массива в пределах столба лавы на величину не менее суточного подвигания лавы согласно «Расчету количества жидкости и смачивателя для лавы 7-2-4 пл. XXVII».

В пунктах погрузки и перегрузки на ленточных конвейерах предусматривается:

- орошение погружаемой массы;
- ограждающие борта;
- укрытия для предотвращения выдувания пыли.

На вентиляционном штреке 7-2-4 предусматривается устройство полустационарного типа для приготовления смачивателя. Индивидуальная защита органов дыхания горнорабочих от пыли осуществляется с помощью противопылевых респираторов, которыми должны быть обеспечены машинист комбайна, его помощник, а также все работающие, находящиеся на исходящей струе и в местах пылевыделения.

Мероприятия по локализации взрыва угольной пыли

Мероприятия по пылевзрывозащите горных выработок выполнены на основании технических решений документации «Технического перевооружения ООО «ОЭУ Блок №2 ш. «Анжерская-Южная» при отработке выемочного столба 7-2-4 и подготовке выемочного столба 7-1-5 пл. XXVII» (раздел 3.9.10 Комплексное обеспыливание и пылевзрывозащита).

Выбор способов и средств пылевзрывозащиты осуществляется согласно требованиям ФНиП «Инструкция по локализации и предупреждению взрывов пылегазовоздушных смесей в угольных шахтах». Применение мероприятий по предупреждению и локализации взрывов

угольной пыли должно производиться по графикам, ежеквартально разрабатываемым начальником участка АБ (ВТБ) и утвержденным главным инженером шахты.

Для локализации взрывов по сети горных выработок устанавливаются пассивные (водяные и сланцевые) заслоны и автоматические заслоны (АСЛВ). Заслоны устанавливаются на прямолинейных участках выработок с постоянным сечением. Образовавшиеся при проведении горной выработки пустоты за элементами крепи на участке установки заслона закладываются негорючими материалами. Заслон в горной выработке устанавливается таким образом, чтобы он не создавал препятствий и помех для передвигающихся по выработке людей и шахтного транспорта.

АСЛВ проверяются в соответствии с их технической документацией. Контроль АСПВ включает следующие проверки:

- правильность установки и технический осмотр элементов АСПВ;
- давление воды в пожарно-оросительном трубопроводе и в АСПВ;
- включение и отключение АСПВ.

АСПВ проверяются в соответствии с их технической документацией.

Контроль состояния АСПВ специалистами технологического участка, в ведении которых они находятся, проводится ежемесячно, специалистами участка АБ (ВТБ) - не реже одного раза в сутки.

Тем не менее, после плановой проверки в феврале 2020 г. в работе шахты «Анжерская-Южная» было выявлено 242 нарушения требований промышленной безопасности, которые представляют непосредственную угрозу жизни и здоровью людей. Например, были выявлены следующие нарушения: истечение срока эксплуатации приборов, отсутствие контроля за рудничной атмосферой, а также контроля на соответствие фактическим параметрам применяемых способов и средств борьбы с пылью при производственных процессах по выемке угля и проведения горных выработок и т.д.

Помимо прочего, газоносность шахт имеет огромное влияние на объемы добычи угля. Статистика добычи угля в ООО «Угольная компания Анжерская-Южная» за период 2017-2019 гг. представлена в таблице 3.

Таблица 3 - Добыча угля ООО «ОЭУ Блок № 2 ш. «Анжерская-Южная» за 2017-2019 гг.

<i>Месяц</i>	<i>Объемы добычи угля, т</i>					
	<i>2017</i>		<i>2018</i>		<i>2019</i>	
	<i>план</i>	<i>факт</i>	<i>план</i>	<i>факт</i>	<i>план</i>	<i>факт</i>
<i>Январь</i>	113,631	126,523	37,56	40,205	82,450	73,409
<i>Февраль</i>	102,903	69,094	75,232	51,407	72,621	83,348
<i>Март</i>	105,892	149,415	97,826	118,736	10,921	19,654
<i>Апрель</i>	80,938	93,822	98,164	81,932	37,031	22,456
<i>Май</i>	9,444	14,454	99,162	93,357	95,814	22,353
<i>Июнь</i>	14,295	19,521	113,984	78,658	98,018	49,691
<i>Июль</i>	85,986	87,499	99,863	100,021	64,886	42,009
<i>Август</i>	35,000	37,467	92,565	90,185	65,951	51,032
<i>Сентябрь</i>	101,672	127,918	99,311	103,787	61,816	57,986
<i>Октябрь</i>	109,500	118,582	101,986	102,233	59,273	44,393
<i>Ноябрь</i>	105,165	5,663	94,057	92,430	64,018	64,100
<i>Декабрь</i>	27,869	11,496	98,557	75,465	77,323	72,638
Итого:	892,295	861,454	1108,267	1028,4157	790,127	603,0692

Из данной статистики можно сделать вывод, что фактическая добыча угля за три года не превышала плановой. Это связано, главным образом, с наличием метана в шахтной атмосфере, мешающим эффективной угледобыче. С февраля 2020 года, ввиду газового фактора, предприятие остановило работы в одном из забоев на неопределенный срок. Содержание газа в шахтной атмосфере забоя в январе 2020 г. достигло 8 %.

Таким образом, ООО «Угольная компания Анжерская-Южная» терпит значительные потери в объемах добычи из-за газа. В 2019 году эффективность сократилась на 13 %; в месяц потери в добыче могут варьироваться в пределах 11-43 %. В январе 2020 г. потери составили 12 %, а в феврале и марте – 30 %. Это говорит о том, что предприятие нуждается в проведении определенных мероприятий по эффективному устранению газового фактора и повышению уровня промышленной безопасности.

3. Решение проблемы промышленной безопасности в ООО «Угольная компания Анжерская-Южная»

3.1 Применение технологии гидравлического разрыва пласта

Ввиду природной газоносности угольных пластов крайне актуальным вопросом для угледобывающей промышленности является устранение «газового фактора». Проблема метанобезопасности включает в себя много факторов, одним из которых является разработка эффективных методов дегазации угольных пластов. Именно пластовая дегазация является ключевым моментом обеспечения безопасных условий угледобычи. Общемировой опыт показывает, что развитие технологии дегазации угольных пластов с последующей переработкой ШМ позволяет повысить рентабельность угледобычи, решить вопрос обеспечения промышленной безопасности на угледобывающих предприятиях и значительно улучшить экологическую обстановку [33].

Главный вопрос эффективного извлечения метана из угольного пласта заключается в повышении его проницаемости. Это может достигаться созданием в угольных пластах систем трещин (образованием новых, раскрытием и объединением ранее существовавших). В современных условиях угледобычи гидравлический разрыв пласта (ГРП) представляет собой эффективный метод воздействия на призабойную область скважины. Процесс ГРП включает создание новых трещин и увеличение уже имеющихся, которые пролегают в призабойной породе. Воздействие на трещины происходит посредством регулировки давления жидкости, подаваемой в скважину. В результате ГРП из скважины становится возможно добывать ценные ресурсы, расположенные на удаленном расстоянии от ствола.

Впервые гидравлический разрыв был произведен в 1947 г. в США. В настоящее время методика ГРП применяется в России, а также в Австралии, Китае и Канаде, но преимущественно в нефтяной отрасли. В угледобывающей промышленности России данный способ еще не нашел своего применения.

Техника гидроразрыва пласта использует жидкость для разрушения пластовых пород. Разрыв осуществляется путем закачки жидкости для ГРП в ствол скважины со скоростью, достаточной для увеличения давления в скважине, чтобы превысить прочность породы (рис. б).

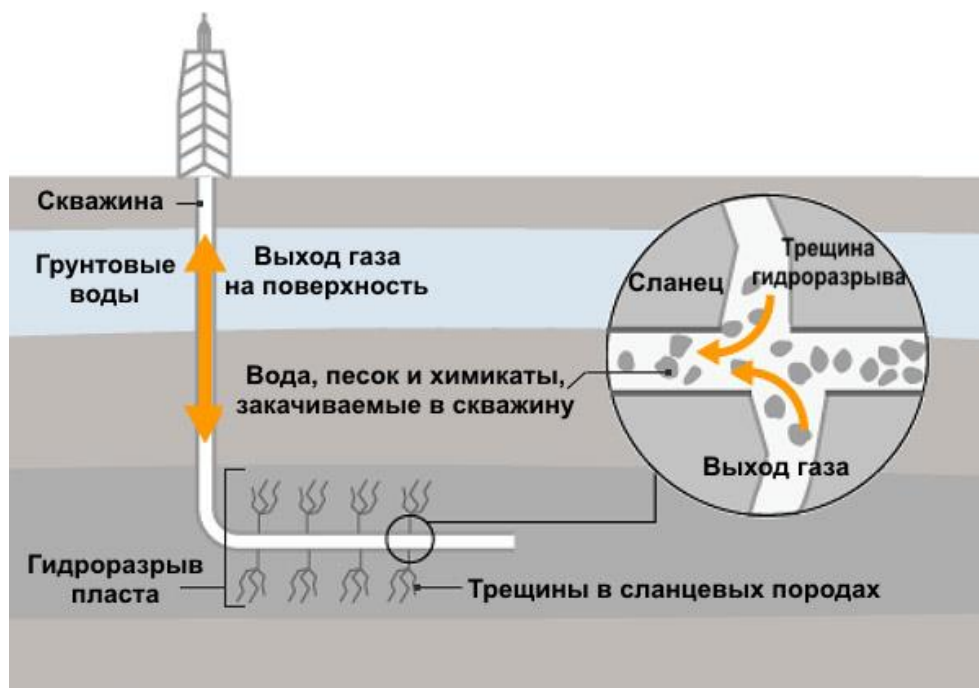


Рисунок 6 - Метод гидравлического разрыва пласта

Успешность процедуры ГРП непосредственно связана с качеством жидкости разрыва и пропанта. Главная функция жидкости - передача в скважину энергии, необходимой для раскрытия трещины, и транспортировка пропанта вдоль всей трещины. В качестве «агента» ГРП используются различные жидкости. Использование воды как базовой жидкости для гидравлического разрыва пласта является более поздней разработкой. Изначально гидроразрыв проводился с применением загущенной нефти, а затем - с гелеобразным керосином. К концу 1952 года многие операции по гидроразрыву были выполнены с использованием переработанной нефти. Эти жидкости были недорогими и предоставляли возможность получать большие объемы при меньших затратах. В 1953 году в качестве жидкости для ГРП начала использоваться вода, и был разработан ряд загустителей. Позже были разработаны другие глино-стабилизирующие агенты, позволяющие использовать воду в большем количестве пластов. Водные жидкости, такие как кислота, вода и соляные растворы, в настоящее время используются в качестве базовой жидкости примерно в 96 % всех операций по ГРП с использованием расклинивающего агента [34].

В современной области разработки ресурсов различают два вида гидравлического разрыва:

- 1) Пропантный ГРП. При этом методе применяется специальный материал для расклинивания.
- 2) ГРП с применением кислоты. Такой метод более приемлем для карбонатных пород, и трещины, которые получаются при сочетании повышения давления и добавления

разрушающей жидкости, не нуждаются в дополнительном закреплении, как в первом случае [35].

Огромное внимание также уделяется подготовке каждой операции ГРП, а именно сбору и анализу информации о:

- геолого-физических свойствах пласта (проницаемость, пористость, насыщенность, пластовое давление и др.);
- характеристике геометрии и ориентации трещины (минимальное горизонтальное напряжение, коэффициент Пуассона, сжимаемость породы и т.п.);
- свойствах жидкости разрыва и проппанта [36].

Этапы оптимизации проведения ГРП на предприятии включают:

1. Выбор скважин для обработки.
2. Определение оптимальной геометрии трещины - длины и проводимости.
3. Выбор модели распространения трещины на основе анализа механических свойств породы.
4. Подбор проппанта, расчет его объема и концентрации, необходимых для получения трещины.
5. Подбор жидкости разрыва с учетом характеристик пласта, проппанта и геометрии трещины.
6. Расчет необходимого количества жидкости разрыва.
7. Расчет экономической эффективности проведения ГРП [37].

Гидравлический разрыв пласта имеет множество преимуществ, поэтому в последние годы данный метод неуклонно используется для извлечения ископаемого топлива:

- снижение газовой и газодинамической опасности;
- извлечение большего объема газа;
- увеличение доходов от продаж восстановленного газа и конденсата;
- снижение воздействия на окружающую среду;
- снижение расходов на утилизацию.

С другой стороны, данный способ имеет и негативные последствия. Например, одной из проблем ГРП является неуправляемое развитие трещин. Это приводит к снижению депрессии в зоне дегазации и концентрации метана в извлекаемой газовой смеси, что усложняет его последующую утилизацию. Кроме того, для ГРП используется много воды (в 100 раз больше, чем для обычного бурения), что может привести к загрязнению воды. Это связано с тем, что используемая для гидроразрыва вода может просачиваться сквозь землю и в конечном итоге попадать в водоемы, реки и другие водные объекты. Это, в свою очередь, может нанести вред экосистеме.

Таким образом, добыча метана посредством гидравлического разрыва угольного пласта является сегодня инновационным проектом. Добыча газа из угольных пластов способствует повышению безопасности угледобычи, созданию инфраструктуры для дальнейшего социально-экономического развития и дополнительных рабочих мест, а также улучшению экологической обстановки в регионе.

3.2 Разработка мероприятий по управлению метановыделениями на предприятии

Основным фактором, приводящим к аварийным ситуациям на угледобывающих предприятиях, является высокая взрывоопасность, связанная с внезапными выбросами угля и газа и взрывами метановоздушных смесей. Большая часть несчастных случаев как смертельных, так и тяжелых связана с газообильностью шахт.

Метан - углеводород CH_4 , газ без цвета и запаха; главный компонент большинства природных углеводородных газов. При концентрациях в 5 - 15 % газ образует с воздухом взрывоопасную смесь, а при концентрации свыше 16 % происходит горение газа. Если содержание метана достигает 9,5 %, взрыв приобретает наибольшую разрушительную силу, так как при горении расходуется весь кислород. Температура в закрытом помещении достигает $2650\text{ }^\circ\text{C}$, а с выходом на открытое пространство – $1850\text{ }^\circ\text{C}$. Объем метана на каждом угледобывающем предприятии варьируется и зависит от количества его присутствия в пласте [38].

Согласно нормам, предельное содержание метана в шахтном воздухе не должно превышать 2 %. Вопрос снижения эмиссии метана имеет преимущества, связанные с вопросами безопасности угледобычи. Улавливание метана позволяет повысить безопасность за счет снижения риска взрывов метановоздушной смеси в угольных шахтах.

При анализе ситуации в первую очередь необходимо разобраться с причинами образования взрывоопасной метановоздушной среды в угольных шахтах. Ими могут быть:

1. остановка работы вентиляции по техническим или организационным причинам;
2. ошибки в расчетных данных о потребностях необходимого воздуха;
3. концентрация метана в воздухе;
4. нарушение технологии разбавления метана (разгазирование) и т.д. [39].

Интенсивность газовой выделения имеет следующие последствия для горных рабочих:

– отравление: от асфиксии (учащение пульса, увеличение объема дыхания, нарушение координации тонких мышечных движений и т.д.) и поражения головного мозга до остановки сердца;

– взрыв метановоздушных смесей и пыли в подземных выработках.

Исключить взрыв метана невозможно, но снизить его негативные последствия вполне реально. Как было отмечено, управление метановыделениями в российских угледобывающих предприятиях осуществляется средствами: вентиляции, дегазации и наземных / подземных газоотсасывающих вентиляторных установок [40].

Основная проблема ООО «УК Анжерская-Южная» - проблема обеспечения промышленной безопасности. Ключевым фактором, приводящим к аварийным ситуациям на данном угледобывающем предприятии, является высокая взрывоопасность, связанная с внезапными выбросами угля и газа и взрывами метановоздушных смесей. Таким образом, проанализировав международный и российский опыт, для ш. Анжерская-Южная было разработано мероприятие по гидравлическому разрыву пласта с применением нового пропанта. В условиях, когда технология заблаговременной дегазационной подготовки, осуществляемой скважинами с поверхности, не может применяться по временным, технологическим или экономическим условиям, возможным эффективным способом является гидравлический разрыв угольного пласта, осуществляемый из подземных выработок.

Технология ГРП заключается в бурении скважин для извлечения газа: в породе под высоким давлением закачивают специальные жидкости и с их помощью делают трещины, имеющие высокую газопроницаемость. Для того чтобы трещина не сомкнулась под тяжестью вышележащих пород и не препятствовала выходу газа, ее закрепляют с помощью пропантов, обычно это песок или керамические шарики. Применение их обходится недешево. Стоимость кварцевого песка, к примеру, составляет 100–170 долл. / т, а его применение эффективно только до глубины 3000 м. Стоимость керамического пропанта варьируется в пределах 490–1630 долл. / т, и применяется на глубине свыше 3500 м. Считается целесообразным закачивать в среднем 8–10 т песка на скважину [41]. Помимо затрат на данные агенты, нужно также учитывать затраты на дополнительное оборудование, поскольку данные пропанты закачиваются в скважину вместе со специальными вязкими полимерами или гелями, которые нужно проталкивать с помощью высокопроизводительных насосов.

Поэтому, в качестве альтернативы традиционному пропанту был создан новый, близкий по плотности к воде. Для закачки его в породу не нужны дорогостоящие вещества, а из оборудования достаточно небольших стандартных насосов, применяемых на шахтах. Он сделан на основе алюмосиликатных микросфер из золы, полученной при сжигании угля на ТЭЦ. Алюмосиликатные микросферы производятся в России и стоят дешевле зарубежных материалов. Данный пропант можно изготавливать в России, не закупая дорогое импортное

сырье. Эксперименты с использованием нового материала показали, что он увеличивает газопроницаемость угля в 15—20 раз.

Перспективность месторождений для добычи метана из угольных пластов определяется следующими факторами:

- *газоемкость угольных пластов*. Месторождения с показателями $> 8-10 \text{ м}^3/\text{т}$.

Природная газоносность пласта в ООО «УК Анжерская-Южная» варьируется в пределах 3,3-19,0 $\text{м}^3/\text{т}$;

- *глубина оценки*. Критерий колеблется от 300 до 1800 м, наиболее благоприятный диапазон 500-1200 м. Опасность пласта по внезапным выбросам на предприятии с глубины 300 м;

- *масштабы ресурсов метана*. Перспективным является $> 50-75$ млрд м^3 на всей площади;

- *степень метаморфизма углей*. Перспективными являются группы Г, Ж, К, ОС, Т. Угли предприятия относятся к марке ОС и КС;

- *зольность углей* (не выше 25-30 %). Зольность угля составляет 12,6 %;

- *хрупкость и трещиноватость углей* (расстояние между трещинами 0,1-0,3 см).

Трещиноватость углей шахты сопровождается глиной трения мощностью до 0,1-0,3 см;

- *тектоника месторождений*. Предпочтительны складки с углами падения до 30-40°.

Угол падения пласта на шахте составляет 40-50° [42], [43].

Промышленная безопасность ООО «Угольная компания Анжерская-Южная» связана с метанообильностью шахты и внезапными выбросами газа. Таким образом, основные действия должны быть направлены на извлечение и утилизацию метана. Для максимального извлечения газа из угольного пласта используют различные способы, но самым эффективным является метод ГРП. После данного процесса производительность скважины увеличивается в несколько раз, что приносит дополнительную выгоду для предприятия.

Однако при осуществлении ГРП не всегда удается достичь желаемого результата, а порой операция и вовсе может дать отрицательный эффект. Это связано, прежде всего, с необходимостью тщательного планирования операции с использованием огромного количества данных и проведением исследований, что зачастую не выполняется должным образом либо вовсе игнорируется. В результате, в процессе проведения ГРП либо уже после окончания операции возникают разного рода технологические проблемы, резко снижающие эффективность мероприятия, и которых можно было бы избежать при более полном планировании. ГРП является технологически сложным и затратным, но в то же время

наиболее эффективным методом в вопросе снижения концентрации метана и обеспечения безопасности угледобычи.

3.3 Оценка экономической эффективности разработанных мероприятий

Оценка коммерческого потенциала исследования

Основной потребитель ГРП - ООО «Угольная компания Анжерская-Южная».

Метанообильность шахтной атмосферы - главная проблема предприятия, поскольку он не только ограничивает количество угледобычи, но и подвергает шахтеров опасности при проведении горных работ. Следовательно, вопрос утилизации метана - основная задача предприятия в настоящий момент. Проанализировав международный и отечественный опыт, для решения данной проблемы было разработано мероприятие по гидроразрыву угольного пласта (ГРП), который является одним из эффективных методов повышения продуктивности скважин.

Для анализа эффективности данного мероприятия был проведен SWOT-анализ, который позволил выявить сильные и слабые стороны, а также потенциальные возможности и угрозы. Результат проведенного анализа представлен в таблице 4.

Таблица 4 – SWOT-анализ метода ГРП

<i>Сильные стороны</i>	<i>Слабые стороны</i>	<i>Возможности</i>	<i>Угрозы</i>
<ul style="list-style-type: none"> • технология помогает «оживить» простаивающие скважины; • технология может использоваться для дегазации угольных пластов, подземной газификации и т.д.; • увеличение дебита скважин; • эффективный способ утилизации газа. 	<ul style="list-style-type: none"> • большие первоначальные вложения; • учет особенностей конкретного объекта обработки; • риск возникновения непредвиденных ситуаций; • воздействие на экологию. 	<ul style="list-style-type: none"> • появление дополнительного спроса на данную технологию; • введение инноваций и стратегий повышения конкурентоспособности. 	<ul style="list-style-type: none"> • введение дополнительных государственных требований к осуществлению работ; • развивающаяся конкуренция методов повышения продуктивности скважин; • повышение квалификации кадров; • копирование метода конкурентными компаниями.

Согласно проведенному SWOT-анализу, метод ГРП на сегодняшний день является одним из эффективных способов решения проблемы газоносности угольных пластов. Однако данный метод подразумевает большие первоначальные вложения и может привести к непредвиденным ситуациям, влияющим как на безопасность работников, так и на окружающую среду.

Расчет трудоемкости выполнения работ по проведению ГРП

Продолжительность выполнения *i*-й работы в календарных днях рассчитывается по формуле:

$$T_{ki} = T_{pi} \times k_{\text{кал}}, \quad (1)$$

где T_{pi} - продолжительность выполнения *i*-й работы в рабочих днях;

$k_{\text{кал}}$ - коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}}, \quad (2)$$

где $T_{\text{кал}}$ - количество календарных дней в году;

$T_{\text{вых}}$ - количество выходных дней в году;

$T_{\text{пр}}$ - количество праздничных дней в году.

$$k_{\text{кал}} = \frac{365}{365 - 104 - 14} = 1,478, \quad (3)$$

Данные по трудоемкости работ на каждом этапе представлены в таблице 5.

Таблица 5 - Трудоемкость работ

Название работ	Трудоемкость работ			Исполнители	Длительность работ в рабочих днях, T_{pi}	Длительность работ в календарных днях, T_{ki}
	t_{min} чел.- дни	t_{max} чел.- дни	$t_{\text{ож}}$ чел.- дни			
Подготовка	2	16	7,6	Главный специалист по бурению - 1; Оператор ГРП - 1; Геолог - 1; Помощник буровика - 1; Машинист - 2; Инженер-технолог - 1.	1,08	1,6
Промывка скважины	2	7	4	Машинист - 1; Горный мастер - 1.	2	3
Закачка жидкости	4	19	10	Машинист - 1; Геолог - 1; Оператор ГРП - 1;	3,33	5

Продолжение таблицы 5

Проведение ГРП	5	7	5,8	Горный мастер - 1; Оператор ГРП - 1; Помощник буровика - 1.	1,93	2,9
					8	13

Ожидаемое значение трудоемкости $t_{ожі}$ рассчитывается по формуле:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{min\ i} + 2t_{max\ i}}{5}, \quad (4)$$

где $t_{ож\ i}$ - ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы, чел.-дн.;

$t_{min\ i}$ - минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы, чел.-дн.;

$t_{max\ i}$ - максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы, чел.-дн.

Продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p , рассчитывается по формуле:

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i}, \quad (5)$$

где T_{pi} - продолжительность одной работы, раб. дн.;

$Ч_i$ - численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

В результате расчетов получаем общую продолжительность работ по гидроразрыву (1 скважина), равную **13 календарным дням**. Количество скважинных операций в месяц - 2-3.

Материальные затраты

Затраты на оборудование (приобретение, монтажные и пуско-наладочные работы) оцениваются следующим образом (табл. 6).

Таблица 6 - Используемое оборудование для проведения ГРП

Наименование оборудования	Кол-во	Балансовая стоимость, руб.		Сумма амортизации, руб.
		Одного объекта	Всего	
Установка извлечения метана <i>Alkane Energy pic UK Limited</i>	1	61 560 000	61 560 000	1 692 900
Насосная установка УНИ-01	2	147 000	294 000	4 043
Пневматический буровой анкероустановщик серии MQT	1	75 000	75 000	2 063
Щелеобразователь ЩМ-45/1	1	350 000	350 000	7 292
Установка компрессорная, винтовая, переносная ДЭН-75ЩМ «ШАХТЕР»	1	70 000	70 000	1 458

Продолжение таблицы 6

Самописец давления	1	24 000	24 000	660
Вычислитель расхода ВР-1	1	36 000	36 000	300
Преобразователь расхода ТПП-1	1	45 900	45 900	383
Видеоэндоскоп V70B	1	40 000	40 000	667
Цистерна	1	350 000	350 000	5 833
Смешивающий агрегат	1	500 000	500 000	8 333
Кран	1	400 000	400 000	6 667
Итого:	12	63 597 900	63 744 900	1 730 599

Амортизация рассчитывается следующим образом. На первом этапе расчета амортизации основных средств определяется норма амортизирования:

$$HAO = 1/\text{срок эксплуатации в месяцах} \times 100 \%, \quad (6)$$

Определяется годовая норма амортизационных отчислений в процентном соотношении. Далее полученный процент переводится в стоимостное выражение годового значения амортизации:

$$САМ = ПС \times HAO / 100 \%, \quad (7)$$

где ПС - первоначальная стоимость основного средства.

Срок эксплуатации установки извлечения метана, насосной установки и пневматического бурового анкероустановщика - 3 года; щелеобразователя и установки компрессорной, винтовой, переносной - 4 года; самописца давления - 3 года; вычислителя давления и преобразователя расхода - 10 лет; видеоэндоскопа, цистерны, смешивающего агрегата и крана - 5 лет, с учетом соблюдения требований инструкций.

Рассчитаем амортизацию установки извлечения метана Alkane Energy pic UK Limited.

Норма амортизирования = 100 % : 3 = 33 % / год

Сумма = 61 560 000 x 33 % : 100 % = 20 314 800 руб. / год

Амортизационные отчисления каждый месяц = 20 314 800 / 12 = 1 692 900 руб.

Амортизация другого оборудования рассчитывается аналогично.

Для проведения ГРП необходима бригада из 33 человек. Расчет материальных затрат на проведение ГРП представлен в таблице 7.

Таблица 7 - Расчет материальных затрат на проведение ГРП

<i>Ресурсы</i>	<i>Количество</i>	<i>Стоимость за ед., руб.</i>	<i>Стоимость комплекта, руб.</i>
Спецодежда	33	8 900	293 700
Полотенца	33	400	13 200
Средства гигиены	33	200	6 600
ГСМ для насоса	30 л	45,7 руб. / л	1 371
ГСМ для цистерны	95 л	45,7 руб. / л	4 342
Ингибитор набухания глин	10	17 700	177 000
Проппант	8 т	7 500 руб. / т	60 000
Итого:	-	-	556 213

Расчет затрат по заработной плате

Расчет заработной платы работников, а также страховые отчисления представлены в табл. 8.

Таблица 8 - Расчет заработной платы сотрудников

<i>Должность</i>	<i>Кол-во</i>	<i>Оклад (ед.), руб.</i>	<i>Зарплата с учетом надбавок, руб.</i>	<i>Итого зарплата, руб. (месяц)</i>	<i>Итого зарплата за вып. работы, руб.</i>	<i>Тип страховых отчислений и ставка по отчислениям</i>			
						<i>ОСС, 0,2 %</i>	<i>ПФР, 22 %</i>	<i>ФСС, 2,9 %</i>	<i>ФОМС 5,1 %</i>
Оператор ГРП	5	15 400	23 100	129 360	21 560	43,12	4743,2	625,24	1099,56
Главный специалист по бурению	1	12 300	18 450	34 440	5 733	11,47	1261,3	166,27	292,4
Горный мастер	3	8 560	12 840	23 968	3 995	7,99	878,8	115,84	203,72
Машинист	10	5 650	8 475	110 740	18 457	36,91	4060,5	535,24	941,29
Помощник буровика	10	7 700	11 550	55 800	9 300	18,6	2046	269,7	474,3
Геолог	3	9 230	13 845	77 532	12 922	25,84	2842,8	374,74	659,02
Инженер-технолог	1	10 000	15 400	40 000	4 900	20	2200	290	510
Итого:	33	68 840	103 660	471 840	76 867	163,9	18032,6	2377,03	4180,29
						24 753,85			

Оценка экономической эффективности мероприятия

Экономическое обоснование данной технологии зависит, прежде всего, от производительности эксплуатационных скважин, стоимости технического оснащения и нагнетаемого газа, стоимости оборудования для сепарации добытого газа и стоимости устья скважины по добыче метана.

Методика расчета:

1. Определение прироста выручки от реализации:

$$\Delta Bp = \Delta Q \times Ц, \quad (8)$$

Где ΔQ – дополнительный объём добычи, тыс. т

Ц – цена предприятия без акциза и НДС;

На 2019 год фактическая добыча угля составляла примерно 70 тыс. т./мес. ГРП увеличивает объём добычи на 25 %. Следовательно, дополнительный объём добычи (ΔQ) в год составляет: $70\,000 \times 12 \times 25\% = 1\,050\,000$ т.

Цена реализации угля на 2019 год составляла \$ 150 / т. Среднегодовой курс доллара к рублю на 2020 год - 67,522 руб. за \$, то есть цена предприятия (Ц) составит: $150 \times 67,522 = 10\,128$ руб. / т.

Таким образом, прирост выручки от реализации составит:

$$\Delta Bp = 1\,050\,000 \times 10\,128 = 10\,634\,400\,000 \text{ руб.}$$

Коэффициент падения добычи варьируется в зависимости от периода и составляет **0,9**.

Дополнительная добыча на последующие годы рассчитывается как произведение дополнительной добычи и коэффициента падения добычи.

$$1\,050\,000 \times 0,9 = 945\,000 \text{ т.}$$

2. Прямые затраты = эксплуатационные затраты + амортизация + налоги;

Эксплуатационные затраты, в которые входит: стоимость обслуживания скважин, сбора и транспортировки угля, технологической подготовки угля, содержания, эксплуатации и капитального ремонта оборудования, были приняты в среднем 15 млн руб./год. (60 млн за 4 года технологического эффекта).

Затраты на амортизацию вычислим по формуле:

$$P_A = P_{\text{фy}} / n_3, \quad (9)$$

где n_3 – срок эксплуатации

P_A - стоимость амортизации

$P_{\text{фy}}$ - стоимость активов.

3. Определение прироста прибыли от реализации:

$$Pr_{\text{реал}} = B_p - Z_{\text{тек}}, \quad (10)$$

B_p - выручка от реализации;

$Z_{\text{тек}}$ - текущие затраты;

Текущие затраты по данному мероприятию складываются из затрат на проведение ГРП и затрат на дополнительную добычу угля.

$$Z_{\text{тек}} = Z_{\text{ГРП}} + Z_{\text{доп.доб.}}, \quad (11)$$

$$Z_{\text{доп.доб.}} = \Delta Q \cdot U_{\text{неp}} = \Delta Q \cdot c/c \cdot d_{\text{неp}}, \quad (12)$$

где $У_{пер}$ – условно-переменные затраты;

c/c – себестоимость угля;

$d_{пер}$ - доля условно-переменных затрат;

Калькуляция себестоимости позволяет определить, во что обходится предприятию единица каждого вида продукции (табл. 9).

Таблица 9 - Калькуляция себестоимости 1 т угля

Статьи затрат	Период			
	I пол. 2018 г.	II пол. 2018 г.	I пол. 2019 г.	II пол. 2019 г.
Вспомогательные материалы и комплектующие	72,38	71,36	75,14	73,13
Топливо на технологические нужды	3,01	3,04	3,15	3,06
Электроэнергия на технологические нужды	32,17	32,6	34,27	32,94
Заработная плата	56,85	57,64	60,67	54,77
Отчисления из ФОТ	19,83	20,08	21,07	20,71
Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования	26,68	27,04	28,40	27,90
Производственная себестоимость	199,92	202,76	213,7	202,51
Общепроизводственные расходы	32,63	33,07	34,75	41,35
Итого:	244,55	247,83	260,45	255,86

Таким образом, себестоимость угля на 2019 год составляет **255,86 руб. / т.**

$$З_{доп.доб} = 1\ 050\ 000 \times 255,86 \times (0,53 + 0,45 + 0,02) = \mathbf{268\ 653\ 000\ руб.}$$

$$З_{тек} = 2\ 300\ 000 + 268\ 653\ 000 = \mathbf{270\ 953\ 000\ руб.}$$

$$Пр_{реал} = 10\ 634\ 400\ 000 - 270\ 953\ 000 = \mathbf{10\ 363\ 447\ 000\ руб.}$$

4. Определение накопленного потока денежной наличности ПДН (НПДН):

$$НПДН_t = \sum ПДН_t, \quad (14)$$

Где t - период реализации мероприятия

$ПДН_t$ - поток денежной наличности в t -ом году

$$ПДН = Вр - З_{тек} - Н_{пр}, \quad (15)$$

$$ПДН = 10\ 634\ 400\ 000 - 270\ 953\ 000 - 20\ \% = \mathbf{8\ 290\ 757\ 600\ руб.}$$

где $Н_{пр}$ - налог на прибыль

Расчет эффективности проекта ГРП осуществляется для ООО «Угольная компания Анжерская-Южная» на период 2021-2024 гг. Исходные данные представлены в таблице 10.

Таблица 10 - Исходные данные

№	Параметры	2021	2022	2023	2024
1	Количество скв. операций, шт.	28	28	28	28
2	Цена реализации угля, руб./т.	\$ 150 (~67,522 руб. / \$ 1)	\$ 150 (~67,522 руб. / \$ 1)	\$ 150 (~67,522 руб. / \$ 1)	\$ 150 (~67,522 руб. / \$ 1)
3	Налог на прибыль, %	20	20	20	20
4	Затраты на проведение 1 ГРП, тыс. руб.	2 300	2 300	2 300	2 300
5	Дополнительная добыча от мероприятий, тыс. т.	1 050	1 785	1 785	1 785
6	Эксплуатационные затраты, тыс. руб.	15 000	-	-	-
7	Ставка налога на добычу (НДПИ), руб./т.	57	57	57	57
8	Ставка дисконтирования, %	10	10	10	10
№	Результаты расчетов	2021	2022	2023	2024
1	Итого приток средств по проекту, тыс. руб.	10 634 400	9 570 960	8 613 864	7 752 477,6
2	Итого отток средств по проекту, тыс. руб.	270 953	270 953	270 953	270 953
3	Прирост прибыли от реализации, тыс. руб.	10 363 447	10 363 447	10 363 447	10 363 447
4	Суммы налога на прибыль, тыс. руб.	2 072 689,4	2 072 689,4	2 072 689,4	2 072 689,4
5	Поток денежной наличности, тыс. руб.	8 290 757,6	8 290 757,6	8 290 757,6	8 290 757,6
6	Чистый дисконтированный поток (NPV), тыс. руб.	6 667 636,4	4 909 884,3	3 471 723,5	2 295 046,5

Дисконтируемая или приведённая (текущая) стоимость (PV) рассчитывается по формуле:

$$PV = \frac{FV}{(1+r)^t} \quad (16)$$

где FV – ожидаемый доход;

r – ставка дисконтирования;

t – период времени.

Чистый дисконтированный доход (NPV) определяется по формуле:

$$NPV = \frac{FV}{(1+r)^t} - I, \quad (17)$$

где I – инвестиции или капитальные вложения.

Инвестиции в проект составляют **3 млрд. руб.**

Срок окупаемости проекта составляет **5 месяцев.**

Исходные данные для расчета эффективности ГРП представлены в табл. 11.

Таблица 11 - Данные для расчета эффективности ГРП

1. Эксплуатационные затраты	
Добыча газа от мероприятия, тыс. т.	537,2
Цена угля без НДС, долл. /т.	150
Количество скв. операций, ед.	28
Стоимость 1 скв. операции, тыс. руб.	2 300
Эксплуатационные расходы на добычу, тыс. руб.	15 000
2. Капитальные затраты	
Бурение, приобретение скв., тыс. руб.	0
Строительство, тыс. руб.	0
Нематериальные активы, тыс. руб.	0
3. Кредиты	
Объем кредита, тыс. руб.	0
Платежи по кредиту, тыс. руб.	0
4. Налоги	
Ставка НДС, %	20
Налог на прибыль, %	20
Налог на имущество, %	0
НДПИ, р./т.	57
Прочие налоги, тыс. руб.	0
5. Ставка дисконтирования, %	
	10

Анализ рисков проекта

С экономической точки зрения риск представляет собой событие, которое может произойти с некоторой вероятностью, при этом возможен исход с тремя экономическими результатами: отрицательный (ущерб, убыток); положительный (выгода, прибыль); нулевой.

В данном случае, риски проекта связаны с: объемом угледобычи, ценами на уголь, текущими затратами, спросом на продукцию и налоговой системой. Каждый из перечисленных факторов подвержен изменениям. Объемы добычи угля на рассматриваемом предприятии варьируются в зависимости от различных внутренних и внешних факторов, но в целом наблюдается положительная динамика. Стоимость 1 тонны угля увеличивается, что связано с убытками предприятия, и на сегодняшний день составляет \$ 150. Однако цена реализации угля также зависит от курса доллара, который ежедневно меняется. Помимо прочего, сегодня спрос на уголь идет на спад, что связано с переходом бизнеса на возобновляемые источники энергии. Однако во многих странах уголь остается предпочтительным источником электроэнергии и рассматривается в качестве наиболее распространенного и доступного ресурса. Рыночные тенденции говорят об отсутствии радикальных перемен.

Заключение

Сегодня важнейшим показателем эффективности деятельности угледобывающего предприятия является повышение уровня промышленной безопасности. Нынешнее состояние промышленной безопасности на шахтах характеризуется достаточно высоким уровнем травматизма и аварийности, что обусловлено не только нарушением требований и норм промышленной безопасности при производстве работ, но и внешними факторами. В результате исследования было выявлено, что основным фактором, влияющим на безопасность угледобычи, являются внезапные вспышки и выбросы метановоздушной смеси и угольной пыли, приводящие к взрывам. Решение именно этой проблемы явилось центральным вопросом в рамках данного исследования. Для ее решения были проанализированы теоретические основы проблемы обеспечения промышленной безопасности на угледобывающем предприятии.

Проблема безопасности связана с внутренними и внешними факторами, среди которых можно выделить: природные, технико-технологические и поведенческие. Природные факторы связаны с высокой газоносностью угольных пластов; технико-технологические - с нормативно-правовым регулированием и темпами развития угольного машиностроения, а поведенческие - непосредственно с менеджментом предприятия. Однако главным фактором, определяющим безопасность ведения подземных работ, является шахтная атмосфера, поскольку в ней образуется существенное количество ядовитых газов и угольной пыли.

Анализ производственно-технической и экономической деятельности ООО «Угольная компания Анжерская-Южная» позволил разработать определенные рекомендации для предприятия и оценить их эффективность. На ш. «Анжерская-Южная» добывается около 900 тыс. тонн высококачественного угля марки «К» в год, который в настоящий момент и в перспективе будет самой дефицитной маркой коксующегося угля. Данный уголь после обогащения на обогатительных фабриках Кузбасса будет использоваться в коксохимическом производстве для изготовления кокса с дальнейшей его поставкой в 100 % объеме на Липецкий металлургический завод «Свободный сокол». В развитие производства компания вложила 653 млн руб. Среднесуточная добыча угля (2019 г.) по плану составила 2 194 т угля, фактический объем в сутки - 1 678 т. Стоимость 1 тонны угля увеличивается, что связано с убытками предприятия, и на данный момент составляет 80 долл. Тем не менее, предприятие сталкивается сегодня с проблемой газоносности угольных пластов, препятствующей дальнейшей эффективной угледобычи. Для решения данной проблемы был проанализирован зарубежный и отечественный опыт по решению проблемы метанообильности угольных

предприятий. Исследования показали, что в зарубежной практике добыча метана производится как из действующих, так и из ликвидированных шахт. Мировая практика утилизации газов из шахтной атмосферы заключается в заблаговременной дегазации неотработанных угольных пластов путем бурения скважин. Российские угледобывающие предприятия, напротив, специализируются на действующих шахтах. В настоящее время в метанообильных шахтах России применяют три основные схемы управления метановыделением: средствами вентиляции; средствами дегазации и средствами наземных газоотсасывающих вентиляторных установок.

Применяемые в настоящее время на предприятии технологии не могут в полном объеме решить проблему утилизации метана. Таким образом, в качестве решения проблемы промышленной безопасности для ООО «Угольная компания Анжерская-Южная» было разработано мероприятие по гидравлическому разрыву угольного пласта с применением нового пропанта. Технология ГРП заключается в бурении скважин для извлечения газа: в породе под высоким давлением закачиваются специальные жидкости и с их помощью образуют трещины, имеющие высокую газопроницаемость. Для того чтобы трещина не сомкнулась под тяжестью вышележащих пород и не препятствовала выходу газа, ее закрепляют с помощью пропантов. Поскольку применение традиционных пропантов (песок, керамические шарики и т.д.) обходится недешево, в качестве альтернативы был создан новый агент, близкий по плотности к воде, для использования которого не нужны дорогостоящие вещества и оборудование.

Данный метод является одним из эффективных, но дорогостоящих. Он позволяет «оживить» простаивающие скважины, на которых добыча газа традиционными способами уже невозможна или малорентабельна.

Затраты на проведение одного гидроразрыва составляют *2 300 000 руб.* В месяц планируется проводить 2-3 ГРП.

Дополнительная добыча от мероприятия составляет *1 050 000 т* угля.

Приток и отток средств по проекту составили *10 634 400 000 руб.* и *270 953 000 руб.* соответственно.

Прирост прибыли от реализации - *10 363 447 000 руб.*

В итоге, при планируемых инвестициях в 3 млрд. руб. срок окупаемости проекта составит *5 месяцев.*

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
ЗНМ81	Завьяловой Алене Олеговне

Школа	ШИП	Отделение	
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	27.04.05 Инноватика

Тема ВКР:

Программа мероприятий по повышению уровня промышленной безопасности на угледобывающем предприятии	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Объект исследования - ООО «Угольная компания Анжерская-Южная». Рабочее место – на открытом воздухе вблизи устья скважины, где находится обслуживаемое оборудование, а также приспособления для выполнения ремонтных работ на производстве.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	ГОСТ ISO 9612-2016 Акустика. Измерения шума для оценки его воздействия на человека. Метод измерений на рабочих местах (с Поправкой) ГОСТ 12.1.012-2004 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Вибрационная безопасность. Общие требования ГОСТ Р 55733-2013 Освещение подземных горных выработок. Основные требования и методы измерений ГОСТ 31438.2-2011 (EN 1127-2:2002) «Взрывоопасные среды. Взрывозащита и предотвращение взрыва» ГОСТ Р 22.0.08—96 «Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Техногенные чрезвычайные ситуации. Взрывы. Термины и определения» ГОСТ Р 54776-2011 «Оборудование и средства по предупреждению и локализации взрывов пылевоздушных смесей в угольных шахтах, опасных по газу и пыли» ГОСТ Р 57717-2017 Горное дело. Безопасность в угольных шахтах. Термины и определения

	ГОСТ 12.1.018 Система стандартов безопасности труда. Пожаровзрывобезопасность статического электричества. Общие требования
2. Производственная безопасность: 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	2.1. При осуществлении процесса ГРП работники попадают в зону действия следующих поражающих факторов: – Превышение уровня шума – Превышение уровня вибрации – Воспламенение и взрыв угольной пыли и газа
3. Экологическая безопасность:	– Изменение гидрогеологического режима поверхностных и подземных вод; – Загрязнение вод отходами горного производства и бытовыми отбросами – Выбросы газов в атмосферу; – Разливы жидкости разрыва при закачке; На литосферу воздействия не оказывает.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	Аварии могут привести к чрезвычайным ситуациям. Возможными причинами аварий могут быть: – открытое фонтанирование скважин; – взрывы; – ошибочные действия персонала при производстве работ; – отказ приборов контроля и сигнализации; – старение оборудования (моральный или физический износ); – факторы внешнего воздействия.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Белоенко Е.В.	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
ЗНМ81	Завьялова Алена Олеговна		

4. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Угледобывающие предприятия в своем развитии несут социальную ответственность перед обществом за обеспечение эффективности, занятости, прибыли и соблюдение законов. Поэтому они обязаны учитывать интересы общества, брать на себя ответственность за влияние их деятельности на заказчиков, поставщиков, работников, акционеров, местные сообщества и прочие заинтересованные стороны, а также на окружающую среду.

КСО включает в себя, прежде всего, ответственность:

- во взаимоотношениях с партнерами;
- в отношении потребителей;
- в отношении своих сотрудников;
- экологическая ответственность;
- перед обществом в целом.

Социальная ответственность может принести пользу как обществу, так и самому угольному предприятию, если направление социально ответственной работы «вписывается» в стратегию предприятия и если предприятие готово выделять на это ресурсы.

В данной работе рассматривается процесс добычи угля в ООО «Угольная компания Анжерская-Южная» (пос. Арсентьевка, р-н Кемеровский, территория шахты «Анжерская-Южная»), который ведется под воздействием опасных факторов (пыль, газ и пр.). Поэтому правомерно будет рассмотреть их воздействие на безопасность и здоровье работников, а также на окружающую среду.

4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности труда

Согласно ТК РФ, N 197 - ФЗ каждый работник имеет право на:

- рабочее место, соответствующее требованиям охраны труда;
- обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний в соответствии с федеральным законом;
- получение достоверной информации от работодателя, соответствующих государственных органов и общественных организаций об условиях и охране труда на рабочем месте, о существующем риске повреждения здоровья, а также о мерах по защите от воздействия вредных и (или) опасных производственных факторов [44];
- отказ от выполнения работ в случае возникновения опасности для его жизни и здоровья вследствие нарушения требований охраны труда, за исключением случаев, предусмотренных федеральными законами, до устранения такой опасности;

- обеспечение средствами индивидуальной и коллективной защиты в соответствии с требованиями охраны труда за счет средств работодателя;
- обучение безопасным методам и приемам труда за счет средств работодателя;
- личное участие или участие через своих представителей в рассмотрении вопросов, связанных с обеспечением безопасных условий труда на его рабочем месте, и в расследовании происшедшего с ним несчастного случая на производстве или профессионального заболевания;
- внеочередной медицинский осмотр в соответствии с медицинскими рекомендациями с сохранением за ним места работы (должности) и среднего заработка во время прохождения указанного медицинского осмотра;
- гарантии и компенсации, установленные в соответствии с настоящим Кодексом, коллективным договором, соглашением, локальным нормативным актом, трудовым договором, если он занят на работах с вредными и (или) опасными условиями труда.

Социальная защита

На каждом угледобывающем предприятии должен быть организован комитет по охране труда, в состав которого входят представители работников и работодателя.

В соответствии с требованиями национального законодательства или нормативных актов («Трудовой кодекс Российской Федерации» от 30.12.2001 N 197-ФЗ, Федеральный закон от 24.07.1998 N 125-ФЗ «Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний» и др.) работники имеют следующие права:

1. пользоваться защитой в соответствии с политикой охраны труда, разработанной на предприятии;
2. право на адекватную компенсацию в случае производственной травмы или заболевания; право на пособия в случае потери кормильца и пособие на иждивенцев;
3. право на доступ к соответствующим услугам по реабилитации и возвращению к труду.

Рабочее время

Рабочий день и неделя должны быть организованы таким образом, чтобы обеспечить надлежащие перерывы на отдых, которые предоставляются в соответствии с национальным законодательством или нормативными актами («ТК РФ. Статья 108. Перерывы для отдыха и питания»). Работникам предоставляются:

- короткие перерывы в течение рабочего дня;
- перерывы на еду соответствующей продолжительности;

- ежедневный отдых днем и ночью;
- еженедельный отдых.

Личная гигиена

Работодатель должен обеспечить условия для мытья, холодное и горячее водоснабжение, мыло и другие моющие средства, полотенца или другие средства обсушивания.

Душевые и раздевалки должны быть расположены таким образом, чтобы избежать их возможного загрязнения опасными веществами из выработок.

Туалеты, душевые и места для приема пищи должны содержаться в чистоте и с соблюдением санитарных норм.

Всем работникам должна быть предоставлена и постоянно доступна безопасная по санитарным нормам вода.

Организация рабочего места

Организация рабочего места на предприятии — это неотъемлемая часть любого производственного процесса.

Рабочей зоной при осуществлении гидроразрыва пласта следует считать территорию, на которой производится монтаж и демонтаж агрегатов (подъемников) для капитального ремонта скважин и располагаются оборудование, приспособления, инструмент, инвентарь и т.д.

Стационарное производственное оборудование должно устанавливаться на фундаменты, надежно крепиться болтами и отвечать требованиям охраны труда (Постановление Минтруда РФ от 12.05.2003 N 27 «Об утверждении Межотраслевых правил по охране труда при эксплуатации газового хозяйства организаций» (п. 4.1.2)). Оно должно быть размещено таким образом, чтобы расстояние между ним обеспечивало свободный проход работников, занятых его обслуживанием и ремонтом. Расстояние между оборудованием зависит от его расположения и должно быть не менее 1 м. Проходы и проезды между оборудованием должны содержаться в чистоте (п. 4.1.4).

Переносные электрические светильники в помещениях с повышенной опасностью и особо опасных, а также при работе в особо неблагоприятных условиях (колодцах, металлических резервуарах и т. п.), в соответствии с требованиями «Охраны труда при работе с переносным электроинструментом и светильниками, ручными электрическими машинами, разделительными трансформаторами», должны иметь напряжение:

- не выше 50 В – в помещениях с повышенной опасностью и особо опасных помещениях;
- не выше 12 В – при работе в особо неблагоприятных условиях (п. 4.1.17)

Вентиляция, отопление и кондиционирование воздуха производственных зданий должны обеспечивать параметры микроклимата на рабочих местах, содержание пыли и вредных веществ в воздухе рабочей зоны в соответствии с гигиеническими требованиями, перечисленными в СП 60.13330.2012 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха.

4.2 Анализ выявленных вредных и опасных факторов проектируемой производственной среды

Среди основных вопросов безопасности угледобывающих предприятий продолжают оставаться проблемы неблагоприятного воздействия факторов производственной среды. Одной из причин заболеваний горнорабочих может стать воздействие вредных факторов в результате: аварии, неправильной организации производственного процесса, неисправности/отсутствия коллективных средств защиты, нарушения технологического режима и др.

Перечень опасных и вредных факторов, характерных для проектируемой производственной среды ООО «Угольная компания Анжерская-Южная» представлены в таблице 12.

Таблица 12 - Возможные опасные и вредные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015; Р 2.2.2006-05)	Этапы работ			Нормативные документы
	<i>Разра- ботка</i>	<i>Изгото- -вление</i>	<i>Эксплуа- тация</i>	
<i>Вредные факторы производственной среды:</i>				
<i>Превышение уровня шума</i>	+	+	+	ГОСТ 12.1.050-86 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Методы измерения шума на рабочих местах (с Изменением N 1) [45] СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых и общественных зданий и территории жилой застройки» [46]
<i>Превышение уровня вибрации</i>	+	+	+	ГОСТ 12.1.012-2004 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Вибрационная безопасность. Общие требования [47] Р 2.2.2006-05 «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда» [48] СН 2.2.4/2.1.8.566-96 «Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий» [49]
<i>Опасные факторы производственной среды:</i>				
<i>Воспламенение и взрыв угольной пыли и газа</i>	-	-	+	ГОСТ Р ЕН 1127-2-2009 «Взрывоопасные среды. Взрывозащита и предотвращение взрыва» [50] ГОСТ Р 22.0.08—96 «Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Техногенные чрезвычайные ситуации. Взрывы. Термины и определения» [51] ГОСТ Р 54776-2011 «Оборудование и средства по предупреждению и локализации взрывов пылевоздушных смесей в угольных шахтах, опасных по газу и пыли» [52]

Превышение уровня шума

Машины, оборудование и механизмы, применяемые в угледобывающей промышленности для бурения, погрузки, транспортировки угля и др. материалов, характеризуются повышенным уровнем шума и вибрации при работе, что определяется спецификой их конструкции и сложностью условий эксплуатации. В связи с этим рабочие, обслуживающие горные машины, подвергаются воздействию шума. Воздействие шума, уровни которого превышают пределы, признанные безопасными, может приводить к потере слуха, а также затруднять передачу информации и общение и вызывать нервное утомление, из-за которого возникает риск производственных травм.

Источниками технологического шума в шахтах являются вентиляторы, насосные водоотливные установки, трансформаторные подстанции и выпрямители тока, компрессорное и холодильное оборудование с непрерывным циклом работы.

В целях разработки соответствующих мер в ходе оценки риска необходимо принимать во внимание следующие факторы:

- a. риск нарушения слуха у работников;
- b. степень затруднения общения, необходимого в целях обеспечения безопасности во время работы;
- c. риск возникновения нервного утомления с учетом умственной и физической нагрузки на работников.

Измерения шума проводятся для:

- a) количественного определения уровня и продолжительности его воздействия на работников и сравнения полученных результатов со значениями предельно допустимых уровней воздействия;
- b) определения и составления характеристик источников шума и подвергающихся его воздействию работников;
- c) составления схемы распространения шумов в целях определения зон повышенного риска;
- d) оценки потребности в технических и других подходящих мерах борьбы с шумом и в их эффективном применении;
- e) оценки эффективности существующих мер по борьбе с шумом [53].

В случае внедрения новых производственных процессов и оборудования работодатели должны:

1. В качестве условия закупки указывать низкий уровень шума, издаваемого оборудованием;

2. Организовывать расположение рабочих мест таким образом, чтобы сводить к минимуму шумовое воздействие на работников;

3. В случае уже существующих процессов и оборудования необходимо решить, нужен ли этот процесс или его можно осуществить менее шумным образом. В случае отсутствия альтернативы, необходимо заменить шумные компоненты менее шумными аналогами;

4. Если меры по предотвращению и ограничению шума не приводят к достаточному снижению шумового воздействия на работников, необходимо:

- обеспечить систему дистанционного управления, рабочее место оснастить средствами защиты от шума и вибрации (виброзащитные сиденья, подножки и площадки, шумо- и виброизолирующие кабины);

- свести к минимуму время пребывания работников в шумной среде;

- предоставить средства защиты органов слуха и обеспечить аудиометрическое обследование работников.

5. Необходимо также предусмотреть средства индивидуальной защиты: спецодежду, спец. обувь, средства защиты органов дыхания, органов слуха, рук, лица, головы.

Превышение уровня вибрации

К источникам вибрации относятся пневматические отбойные молотки, электрические и пневматические перфораторы, гидромониторы.

В целях разработки соответствующих мер в ходе оценки риска необходимо принимать во внимание следующее:

- охлаждение на рабочем месте, в результате которого у тех, кто подвергается воздействию вибрации, может возникать синдром белых пальцев (феномен Рейно);

- вибрацию головы и глаз, а также самих устройств отображения, которая может повлиять на восприятие отображаемой информации;

- вибрацию тела или конечностей, которая может повлиять на манипуляции с органами управления оборудованием [54].

Согласно профилактическим мерам, работники должны:

1. Быть проинформированы о доступных им способах уменьшения риска (напр., правильная регулировка сидений и правильное положение во время работы);

2. Быть проинструктированы о правильном обращении с инструментами;

3. Сообщать о случаях побеления, онемения пальцев и покалывания в них;

Изготовители оборудования должны:

1. Предоставлять информацию об уровнях вибрации, создаваемой изготавливаемыми ими инструментами;
2. Вносить изменения в производственные процессы для устранения необходимости в использовании вибрационных инструментов;
3. Предусматривать возможность дистанционного управления оборудованием;
4. Применять, где это возможно, антивибрационные рукоятки.

Степень вредности и опасности условий труда при действии виброакустических факторов на карьерах, согласно гигиеническим критериям, находится в пределах класса 3.1–3.2, а при выполнении подземных работ – выше и соответствует классу 3.2–3.3. (табл. 13) [55].

Таблица 13 - Классы труда в зависимости от уровней шума, локальной, общей вибрации, инфра- и ультразвука на рабочем месте

Факторы, показатели	Классы условий труда					
	Допустимый	Вредный				Опасный
	2	3,1	3,2	3,3	3,4	4
Превышение ПДУ до ... дБ/раз (включительно):						
Шум, эквивалентный уровень звука, дБА	≤ ПДУ	5	15	25	35	> 35
Вибрация локальная, эквивалентный скорректированный уровень виброскорости, виброускорения, дБ/раз	≤ ПДУ	3/1,4	6/2	9/2.8	12/4	> 12/4
Вибрация общая, эквивалентный уровень виброскорости, виброускорения, дБ/раз	≤ ПДУ	6/2	12/4	18/6	24/8	> 24/8
Инфразвук, общий уровень звукового давления, дБ/Лин	≤ ПДУ	5	10	15	20	> 20
Ультразвук воздушный, уровни звукового давления в 1/3 октавных полосах частот, дБ	≤ ПДУ	10	20	30	40	> 40
Ультразвук контактный, уровень виброскорости, дБ	≤ ПДУ	5	10	15	20	> 20

Таким образом, работодатель должен разработать программу борьбы с шумом и вибрациями, нацеленную на устранение вредных факторов либо их снижение до минимального уровня; проверять эффективность всех технических и административных мер борьбы с шумом и вибрациями для выявления и устранения недостатков.

Воспламенение и взрыв угольной пыли и газа

В процессе проведения ГРП может происходить утечка газа, следствием чего станет отравление рабочих, а также образуются мелкие частицы угольной пыли. Если не контролировать процесс ее образования и позволять ей скапливаться, она может воспламениться и тем самым стать причиной взрыва. Взрыв угольной пыли может привести к возникновению пожара и сильному нагреву воздуха, который, быстро распространяясь в шахтной атмосфере, может привести к смерти или ранениям шахтеров. Взрыв может разрушить систему вентиляции и крепление кровли, привести к загромождению путей эвакуации и блокированию шахтеров в шахте в условиях наличия газа в шахтной атмосфере.

На ОФ, отнесенных к опасным по взрывам пыли и газа, должен устанавливаться пылегазовый режим. Пылегазовый режим должен предусматривать выполнение мероприятий, исключающих отложение на поверхности полов, стен и оборудования угольной пыли, которая во взвешенном состоянии может создать в воздухе взрывоопасную концентрацию, а также предупреждающих скопления метана и вредных газов, возникновение взрыва внутри оборудования и выброс продуктов взрыва в помещения организации.

При содержании метана в воздухе 2 % и более должны быть прекращены все работы и приняты необходимые меры по немедленному проветриванию загазованного участка.

Запрещается работа машин и механизмов при отсутствии или неисправности пылевзрывозащитных укрытий и других средств пылеподавления, предусмотренных проектом комплексного обеспыливания. Отсасываемый запыленный воздух перед удалением в атмосферу подлежит очистке до предельно допустимых концентраций (ПДК) пыли. ПДК пыли в воздухе рабочей зоны не должны превышать для угольной и углеродной пыли с содержанием диоксида кремния: 6 мг/м³ (антрацит) и 10 мг/м³ (уголь, сланцы) - до 5 %; 4 мг/м³ - 5 - 10 %; 2 мг/м³ - более 10 %.

Контроль за соблюдением пылегазового режима должен выполняться в соответствии с требованиями к организации контроля за соблюдением пылегазового режима на объекте [56].

Для устранения вредного фактора, необходимо предпринять следующие меры:

1. Организовать уборку угольной пыли на шахте, разбрасывание достаточного количества инертной пыли, позволяющей перевести угольную пыль в неактивное состояние, а также устранить источники воспламенения;
2. Установить специальные барьеры, задерживающие распространение взрывов;
3. Определить минимальный процент негорючих материалов, который должен постоянно присутствовать в шахте;

4. Рассеивать инертную пыль на подошву, стенки и потолок выработок по всей шахте и как можно ближе к угольному забою, при этом содержание негорючих материалов должно быть на уровне, обеспечивающем предотвращение взрывов угольной пыли;

5. Находящееся под напряжением оборудование и другие потенциальные источники воспламенения должны подвергаться осмотрам на наличие осевшей на них угольной пыли.

4.3 Охрана окружающей среды

Охрана окружающей среды - это комплексная проблема, а сокращение вредных выбросов промышленных предприятий стоит сегодня особо остро.

Представленное решение, а именно гидравлический разрыв пласта, или ГРП, является той операцией, последствия которой для окружающей среды в наибольшей степени неблагоприятны. Данный метод может привести к загрязнению воздуха, подземных вод и разрушению ландшафта.

Любая производственная деятельность, осуществляемая вблизи водных ресурсов, способна привести к их загрязнению. ГРП является способом интенсификации притока в скважину, при котором за счет закачивания туда жидкости под высоким давлением происходит растрескивание породы, что позволяет извлекать газ. Данный способ влияет на состояние гидросферы прилегающих территорий по двум направлениям:

- изменение гидрогеологического режима поверхностных и подземных вод;
- загрязнение вод отходами горного производства и бытовыми отбросами.

В результате утечек в процессе ГРП или случайного сброса жидкости из шламоборника, в который она собирается после извлечения из скважины, возможно загрязнение поверхностных вод; а если природный газ попадет в неглубокие водоносные горизонты, то также могут быть загрязнены источники питьевой воды. Следственно, метод ГРП может привести к загрязнению дренируемых грунтовых вод, превращения их в сточные, часто требующие очистки перед сбросом. Для их обезвреживания и очистки требуется строительство специальных очистных сооружений. Очистка загрязненных вод осуществляется: осветлением, нейтрализацией и обеззараживанием.

Кроме того, метод ГРП может привести к загрязнению воздуха посредством выбросов парниковых газов в атмосферу. Метан – второй самый распространенный парниковый газ после углекислого. Именно с ним связывают более трети антропогенных климатообразующих факторов. Метан считается «кратковременным климатообразующим фактором», поскольку продолжительность его пребывания в атмосфере составляет около 12

лет [57]. В качестве борьбы с выбросами в атмосферу необходимо внедрить комплексную схему экологического мониторинга, одним из центральных элементов которой стала бы автоматизированная система контроля воздействия производства на атмосферу.

Воздействие на ландшафт связано, прежде всего, с необходимостью размещения на территории огромного количества бурового и другого технического оборудования, транспортных средств, пропанта и т.д. Помимо этого, происходит загрязнение жидкостями ГРП и химическими реагентами почвы.

При осуществлении ГРП необходимо применять следующие способы, предотвращающие попадание жидкостей разрыва в окружающую среду:

- жидкости должны изготавливаться по специальным технологиям, не допускающим их попадания в почву;
- при сборке-разборке быстросъемных соединений и других креплений арматуры применять поддоны;
- осуществлять проведение ГРП только при полностью герметизированной эксплуатационной колонне.

4.4 Защита в ЧС

Национальное законодательство или нормативные акты содержат положение о разработке и осуществлении комплексной программы действий в связи с травмами и аварийными ситуациями, которые могут возникнуть на шахте. Речь идет о таких мерах, как: оказание первой помощи, медицинская помощь, перемещение и эвакуация пострадавших, действия в случае аварийной ситуации на шахте, меры по спасению людей, блокированных в угольных шахтах.

При проведении ГРП могут возникнуть следующие чрезвычайные ситуации:

- фонтанирование скважин;
- взрывы;
- аварии на электроэнергетических системах с длительным перерывом электроснабжения основных потребителей или обширных территорий;
- выход из строя транспортных электроконтактных сетей.

Для предотвращения и быстрой ликвидации ЧС составляются планы по ликвидации возможных аварий (ПЛВА), которые должны содержать следующее:

- перечень возможных аварий на объекте;
- способы оповещения об аварии.

Все горные выработки ООО «Угольная компания Анжерская-Южная» оборудованы системой аварийного оповещения и позиционирования персонала в реальном времени - аппаратурой комплекса «Талнах». Комплекс «Талнах» с АРМ Горного диспетчера позволяет производить как общешахтное аварийное оповещение, так и оповещение по отдельным участкам, горным выработкам, выбранным горным диспетчером.

Сигналом аварийного оповещения служит мигание головного светильника - четыре серии по четыре мигания с паузами между сериями в 2-2,5 секунды. Во время пауз светильник продолжает гореть. После получения сигнала об аварии каждый работник должен выдвигаться на поверхность в соответствии с ПЛА своего рабочего места.

Сигналом персонального уведомления служит мигание головного светильника - две серии по два мигания с паузами между сериями в 2-2,5 секунды. После получения сигнала персонального уведомления необходимо связаться с горным диспетчером.

Правила поведения людей в аварийных ситуациях на ш. «Анжерская-Южная» представлены в табл. 14.

Таблица 14 - Правила поведения людей в аварийных ситуациях

<i>Характер аварии</i>	<i>Правила поведения людей</i>
<i>При любых авариях в шахте</i>	Лица, находящиеся в шахте и заметившие признаки аварии, обязаны сообщить об этом горному диспетчеру или сменному ИТР.
<i>Пожар (взрыв газа и/или угольной пыли)</i>	При обнаружении дыма необходимо включиться в самоспасатель и двигаться по ходу вентиляционной струи к ближайшим выработкам со свежей струёй воздуха, к запасным выходам до поверхности. При обнаружении очага пожара, находясь со стороны свежей струи воздуха, необходимо принять меры к его тушению, членам ВГС включиться в респиратор и начать тушение первичными средствами пожаротушения. При горении электропусковой аппаратуры / силовых кабелей необходимо отключить подачу электроэнергии на аварийный агрегат.
<i>Внезапный выброс угля и газа (горный удар)</i>	Необходимо немедленно включиться в изолирующий самоспасатель, выйти кратчайшим путём на свежую струю воздуха и отключить подачу напряжения на электроаппаратуру, находящуюся в зоне выброса. Если в результате аварии пути перекрыты, следует включиться в самоспасатель (изолирующие самоспасатели, респираторы пункта ВГС и ждать прихода горноспасателей). Для предотвращения взрыва запрещается пользоваться переключающими устройствами светильника (если свет погас, светильник не включать!).

Продолжение таблицы 14

<i>Обрушение</i>	Люди, застигнутые обрушением должны принять меры к освобождению пострадавших, находящихся под завалом, установить характер завала, возможность безопасного выхода через купольную часть выработки. Если выход невозможен, установить дополнительную крепь и приступить к разборке завала. В случае невозможности разборки ждать прихода ВГСЧ, подавая сигналы по коду о металлических (твёрдые) предметы.
<i>Заполнение водой и заиловка</i>	Необходимо в самоспасателе выйти на вышележащий горизонт по ближайшим выработкам или к стволу.
<i>Загазирование</i>	Включиться в самоспасатель и выйти из загазированных выработок, отключить при этом эл/энергию и поставить знак, запрещающий вход в загазированную выработку (крест).
<i>Остановка ВГП более 30 мин.</i>	Немедленно выйти на поверхность на период разработки не требовалось
<i>Землетрясение</i>	Снять напряжение с забойных механизмов и выйти на поверхность
<i>Запасный выход</i>	Люди из лавы 7-2-4 и с конвейерного и вентиляционного штреков 7-2-4 выходят на вентиляционный штрек 7-2-4, и далее по ходу вентиляционной струи воздуха выходят на свежую струю на сопряжение Вентиляционного штрека 7-2-4 со Сбойкой 2-4-4 бис.

Заключение по разделу «Социальная ответственность»

В данном разделе были рассмотрены различные вредные и опасные факторы, влияющие на здоровье работников и промышленную безопасность, а также способы уменьшения их воздействия. К ним относятся: превышение уровня шума и уровня вибрации, воспламенение и взрыв угольной пыли и газа, возникновение подземных пожаров.

Метод гидравлического разрыва угольного пласта имеет негативное воздействие на экологическую обстановку: атмосферу, литосферу и гидросферу. Было выявлено, что проведение ГРП может способствовать:

- изменению гидрогеологического режима поверхностных и подземных вод;
- загрязнению вод отходами горного производства и бытовыми отбросами;
- выбросам газов в атмосферу;
- разливам жидкости разрыва при закачке.

Кроме того, данное решение посредством различных факторов может привести к чрезвычайным ситуациям. Возможными причинами аварий могут быть:

- открытое фонтанирование скважин;
- взрывы;
- ошибочные действия персонала при производстве работ;
- отказ приборов контроля и сигнализации;
- старение оборудования (моральный или физический износ);
- факторы внешнего воздействия и др.

Несмотря на возможные негативные последствия для окружающей среды и наличие опасных факторов, воздействующих на здоровье и безопасность рабочих, данное решение на сегодняшний день является наиболее эффективным методом борьбы с газообильностью на угледобывающих предприятиях.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Best Practice Guidance for Effective Methane Drainage and Use in Coal Mines // UNECE. - 2016. - P. 33-34.
2. Cliff, D. The Management of Occupational Health and Safety in the Australian Mining Industry. International Mining for Development Centre Mining for Development: Guide to Australian Practice. - 2012. - 12 p.
3. Clerici A. World Energy Resources // World Energy Council. - London. - 2016. - P. 13-14.
4. Cunningham M., Van Uffelen L., Chambers M. The Changing Global Market for Australian Coal // BULLE TIN – September 2019. - P. 28-29.
5. Gandossi L. An overview of hydraulic fracturing and other formation stimulation technologies for shale gas production // JRC technical reports. - 2013. - P. 7.
6. Guido Droste. Technical requirements regarding the equipment of reciprocating engines in mine gas utilization - especially for gases with low contents of methane // Glückauf. - 2006. - № 1/2. - P. 45-48.
7. Karacan C., Ruiz F., Cotè M., Phipps S. Coal mine methane: A review of capture and utilization practices with benefits to mining safety and to greenhouse gas reduction // United States Environmental Protection Agency. - 2016. - P. 26-27.
8. Methane to markets partnership // Australian Government Department of Industry, Tourism and Resources and Department of Environment and Heritage. - P. 3-4.
9. Prospects for CBM production in Russia [Электронный ресурс] // Gazprom. - Режим доступа: <https://www.gazprom.com/about/production/extraction/metan/> (дата обращения: 05.03.2020).
10. Ventilation Air Methane (VAM) Utilization Technologies // U.A. EPA Coalbed Methane Outreach Program. - July 2019. - P. 1-2.
11. Бахвалов Л.А. Анализ современных систем автоматического управления проветриванием. - Горный информационно-аналитический бюллетень. - 2017. - № 7. - С. 22-23.
12. Гарантии права работников на труд в условиях, соответствующих требованиям охраны труда [Электронный ресурс] // Ст. 220 ТК РФ - Режим доступа: <http://tkodeksrf.ru/ch-3/rzd-10/gl-36/st-220-tk-rf> (дата обращения: 01.04.2020).
13. Генеральская К. Секреты добычи и переработки угольного метана в России // Добывающая промышленность. Выпуск № 4 (08). - 2017. - С. 50.

14. Гидроразрыв пласта: технология проведения ГРП [Электронный ресурс] // ООО «СНК». - Режим доступа: <http://snkoil.com/press-tsentr/polezno-pochitat/gidrorazryv-plasta-tekhnologiya-provedeniya-grp/> (дата обращения: 11.12.2020)
15. Глинина О.И. Угольная промышленность в России: 295 лет истории и новые возможности. - УГОЛЬ. - 2017. - С. 4-6.
16. Годовой отчет о деятельности Федеральной службы по экологическому, технологическому и ядерному надзору в 2018 году // Федеральная служба по экологическому, технологическому и ядерному надзору. - М. - 2019. - С. 105-108.
17. ГОСТ Р ЕН 1127-2-2009 Взрывоопасные среды. Взрывозащита и предотвращение взрыва».
18. ГОСТ Р 22.0.08—96 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Техногенные чрезвычайные ситуации. Взрывы. Термины и определения.
19. ГОСТ Р 54776-2011 Оборудование и средства по предупреждению и локализации взрывов пылевоздушных смесей в угольных шахтах, опасных по газу и пыли.
20. ГОСТ 12.1.012-2004 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Вибрационная безопасность. Общие требования.
21. ГОСТ 12.1.050-86 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Методы измерения шума на рабочих местах (с Изменением N 1).
22. Добыча угля [Электронный ресурс] // СУЭК. - Режим доступа: <http://www.suek.ru/our-business/production/> (дата обращения 20.02.2020).
23. Документация на отработку комплексно-механизированной лавы 7-2-4 блока №2 пл. XXVII. - 2017. - С. 4-5.
24. Забурдяев В.С., Подображин С.Н., Рычковский В.М. Безопасность и эффективность схем управления газовыделением на угольных шахтах // Безопасность Труда в Промышленности. - № 9. - 2015. - С.50-51.
25. Забурдяев В.С. Проблемы извлечения и утилизации шахтного метана в России // Безопасность труда в промышленности. - № 2. - 2015. - С. 42.
26. Золотых С.С. Заблаговременная дегазация угольных пластов как фактор повышения безопасности на шахтах Кузбасса // «Горная Промышленность». - №5. - 2019. С. 19-21.
27. Инструкция по применению схем проветривания выемочных участков угольных шахт с изолированным отводом метана из выработанного пространства с помощью газоотсасывающих установок // Федеральная служба по экологическому, технологическому и ядерному надзору. - М. - 2017. — 152 с.

28. Каневская Р.Д.. Зарубежный и отечественный опыт применения гидроразрыва пласта. - М.: ВНИИОЭНГ. - 2008. - С. 3-4.
29. Каневская Р.Д. Математическое моделирование разработки месторождений нефти и газа с применением гидравлического разрыва пласта // М.: Недра-Бизнесцентр. - 2009. - С. 18-20.
30. Колояров В.К. Управление выходом газа на поверхность из закрытых шахт. С. 430.
31. Копытов А.И., Войтов М.Д., Тагиев С.М. Современные методы добычи метана из угольных пластов // Вестник Кузбасского государственного технического университета. - № 2. - 2016. - С. 36-37.
32. Метан из угольных шахт: возможности сокращения выбросов, совершенствования сбора и утилизации // Global Methane Initiative. - 2011. - С. 1.
33. Мировая добыча угля [Электронный ресурс] // ЦДУ ТЭК. - 2018. - Режим доступа: http://www.cdu.ru/tek_russia/issue/2018/7/499/ (дата обращения: 15.10.2019).
34. Мониторинг условий и охраны труда в Российской Федерации в 2015 году [Электронный ресурс] // Официальный сайт ВНИИ Труда Минтруда России. - 2015. - Режим доступа: <http://www.vcot.info>.
35. Нормативные правовые акты и нормативно-технические документы [Электронный ресурс] // Ростехнадзор. - Режим доступа: <http://www.gosnadzor.ru/industrial/coal/Acts/> (дата обращения: 03.11.2019).
36. Об отрасли [Электронный ресурс] // Министерство энергетики Российской Федерации. - Режим доступа: <https://minenergo.gov.ru/node/433> (дата обращения: 23.11.2019).
37. Охрана труда при разработке угольных месторождений подземным способом // Международное бюро труда. - Женева. - 2008. - С. 48-60.
38. Пармузин П.Н. Зарубежный и отечественный опыт освоения ресурсов метана угольных пластов // Ухта: УГТУ. - 2017. – С. 67-80.
39. Плакиткина Л.С., Плакиткин Ю.А. Угольная промышленность мира и России: анализ, тенденции и перспективы развития. – М.: ЛИТЕРА. - 2017. – 374 с.
40. Постановление Госгортехнадзора России от 05.06.2003 N 50 (ред. от 07.12.2012) «Об утверждении «Правил безопасности в угольных шахтах» (Зарегистрировано в Минюсте России 19.06.2003 N 4737) [Электронный ресурс] // Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору. - Режим доступа: <http://www.pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102171439&rdk=1> (дата обращения: 08.04.2020).

41. Постановление Госгортехнадзора РФ от 30.05.2003 N 46 «Об утверждении «Правил безопасности на предприятиях по обогащению и брикетированию углей (сланцев)» (Зарегистрировано в Минюсте РФ 16.06.2003 N 4683).
42. Правила безопасности в угольных шахтах (ПБ 05-618-03). - Серия 05. - Вып. 11. М.: ФГУП «Научно-технический центр по безопасности в промышленности». - 2018. - С. 91.
43. Причины образования и правила безопасности с горючими и взрывоопасными смесями на шахтах и рудниках [Электронный ресурс] // Единый Стандарт. - 2015. - Режим доступа: <https://1cert.ru/stati/prichiny-obrazovaniya-i-pravila-bezopasnosti-s-goryuchimi-i-vzryvoopasnymi-smesyami-na-shakhtakh-i-rudnikakh> (дата обращения: 22.02.2020).
44. Проект отчета о деятельности Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору за 2018 год [Электронный ресурс] // Официальный сайт Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору. - 2018. - Режим доступа: http://www.gosnadzor.ru/public/annual_reports (дата обращения: 27.01.2020).
45. Руководство по наилучшей практике эффективной дегазации источников метановыделения и утилизации метана на угольных шахтах // Серия публикаций ЕЭК по энергетике. - №47. - 2016. - С. 51-63.
46. Р 2.2.2006-05 Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда.
47. Савон Д.Ю. Современные подходы к системе промышленной безопасности на угольных предприятиях // Горный информационно-аналитический бюллетень. - 2018. - № 11. - С. 229–230.
48. СН 2.2.4/2.1.8.562-96 Шум на рабочих местах, в помещениях жилых и общественных зданий и территории жилой застройки.
49. СН 2.2.4/2.1.8.566-96 Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий.
50. Твердов А.А., Никишичев С.Б., Яновский А.Б., Скрыль А.И. Тенденции повышения безопасности на угольных шахтах с особо-опасными горно-геологическими условиями // УГОЛЬ. - 2017. - С. 4-5.
51. Техническое перевооружение шахты «Анжерская-Южная» в части организации многофункциональной системы безопасности. Проект АГК // Документация на техническое перевооружение опасного производственного объекта. - ИНГОРТЕХ. - Екб. - 2017. - С. 21-28.
52. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ.

53. Фомин А.И., Халявина М.Н. Управление рисками производственного травматизма на предприятиях угольной отрасли / Фомин А.И., Халявина М.Н. // X Всероссийская научно-практическая конференция молодых ученых «РОССИЯ МОЛОДАЯ» 24-27 апреля 2018 г.: Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева. - Кемерово. - 2018. - С. 140-142.

54. Чеботарев А.Г., Пальцев Ю.П. Виброакустические факторы рабочей среды при подземной и открытой добыче твердых полезных ископаемых // «Горная Промышленность». - №5. - 2012. - С. 50.

55. Шлеин Г.А., Глущенко А.А. Сущность и этапы процесса гидроразрыва пласта // Молодой ученый. Международный научный журнал № 2 (240). - 2019. - С. 41.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(Обязательное)

**LITERATURE REVIEW ON THE PROBLEM OF OCCUPATIONAL SAFETY
AT COAL MINING ENTERPRISES**

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
ЗНМ81	Завьялова Алена Олеговна		

Консультант школы отделения ШИП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ШИП	Калашникова Т.В.	к.т.н., доцент		

Консультант – преподаватель ОИЯ

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Преподаватель ОИЯ	Цепилова А.Н.			

1. Current problems of industrial safety at coal mining enterprises

1.1 The state of industrial safety at Russian coal mining enterprises

The Russian Federation is rich in mineral resources. Their mining has been carried out for decades by mining enterprises, both for the needs of the Russian economy and for export to foreign countries. The coal industry has always been one of the largest sectors of the fuel and energy complex in Russia. The Russian Federation is one of the world leaders in coal production and, according to BP Statistical Review of World Energy, it ranks sixth by coal output after China (3,523.2 million tons), India (716 million tons), the United States (702.3 million tons), Australia (481.3 million tons), and Indonesia (461 million tons). Russia possesses a third of the world's supplies of coal. Coal deposits include brown coal, hard coal, and anthracite. Today coal covers 30 % of global primary energy consumption, 40 % of globally generated power, and almost 70 % of the global steel and aluminum industries. At present, despite challenging geopolitical conditions, the coal industry is at a positive stage of its development: coal production and processing are growing, new enterprises are being created, production capacities are being updated, tax payments to the budget are increasing, etc. From the point of view of economics, Russian coal industry is nowadays one of the backbone ones. Coal is the country's fifth base product. According to the Ministry of Energy, at the end of 2019, the total coal production capacity of Russian mines accounted for 437 million tons. Coal mining was carried out at 166 coal producers, which are 57 coal mines and 109 coal strip mines.

Despite the accelerated development of the coal industry, this sector today faces a number of challenges and threats. Reducing coal consumption both in the world and in Russia, as well as the instability of coal markets, are some of them. In the world, the decline is due to environmental and climatic reasons dictated by the Paris Agreement, Russia has other features - the displacement of coal fuel with cheap gas, long distances for transporting coal products, and infrastructure restrictions (Fig. 1).

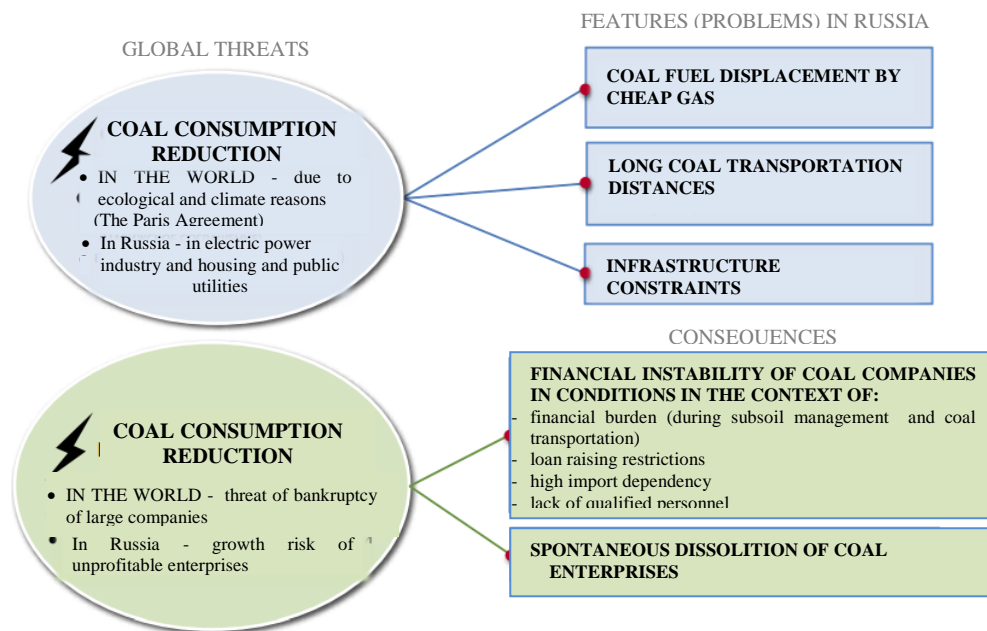


Figure 1 - The global challenges of the coal industry

The coal mining industry remains a production with predominantly harmful and dangerous working conditions. About 125 million workplace accidents occur annually in the world. The Russian Federation is one of the five countries with the highest rate of occupational accidents. This list also includes Japan, Germany, the USA, and France. On average, about 220 thousand people die every year. Mortality from industrial injuries today occupies the third place in the world. The level of injuries at work in the Russian Federation is 2.5 times higher than in the USA, 7 times higher than in Japan, 8 times higher than in the UK. The main reason for this is the uniqueness of the current system, in which instead of expenditures for improving technologies, technical equipment, and safety, labor in harmful and dangerous conditions is stimulated through compensatory and preferential payments.

Nevertheless, the level of accidents and fatality in general has a steady downward trend. For the period 2014-2019 accident rate decreased by 33.6 % (from 226 to 150), and the number of deaths by 38 % (from 266 to 165). Over the past two years, in 2019 (compared to 2018) accident rates decreased by 14.3 %, and the number of deaths - by 6.8 %. The correlation between the dynamics of coal production and the level of occupational accidents at Russian coal mining industry enterprises for the period 2009-2019 is also worth attention (tab. 1).

Table 1 - Dynamics of coal production, fatal injuries, and accidents over the period from 2009 to 2019

<i>Year</i>	<i>Coal mining volume, MT</i>	<i>Number of accidents</i>	<i>Number of fatally injured, ppl.</i>	<i>Relative rate of fatality, ppl. / MT</i>
2009	301,79	9	48	0,15
2010	323,18	22	135	0,41
2011	337,4	13	46	0,13
2012	355,2	16	36	0,10
2013	352,01	11	63	0,17
2014	358,2	8	26	0,07
2015	373,4	8	20	0,05
2016	385,7	8	56	0,14
2017	408,9	3	18	0,044
2018	439,3	5	17	0,039
2019	436,9	18	21	0,048

Thus, the relative rate of fatality, defined as the number of fatally injured miners per 1 million tons of coal extracted per year, decreased in 2018 in comparison with 2017 from 0.044 to 0.039 people / million tons. Currently, the main factors affecting occupational safety status are:

- a huge number of breaches of safety requirements on a system basis;
- breaches of safety requirements for behavioral reasons (human factor) caused by improper organization of work.

Operational efficiency of coal enterprises directly depends on solving the urgent problem of mining process safety management. In the conditions of an operating mine, where geological and technological conditions are increasingly complicated and changed, occupational safety should be more important than the achievement of target technical and economic performance of the enterprise's operation. Underground mining has always been and is still considered to be one of the most dangerous areas of labor activity, requiring increased attention to the safety of workers. In the 21st century, miners face a number of risks to their health, including physical, ergonomic, and psychological problems. Injuries remain a serious problem and can range from a broken arm to suffocation. The state of occupational safety in the coal mining industry is primarily associated with operating obsolete equipment, low level of engineering and technical solutions to process safety management, unsatisfactory / lack of control over the compliance of actual technological parameters with normative, low technological discipline, unauthorized actions, personnel's

ignorance of safety requirements, etc. As a result, the lack of a system of precautions that can ensure effective prevention of occupational hazards contributes to accidents, deaths and mines breakage for a long time.

Today, the main problem that requires an urgent solution is the state of the legislative, regulatory and procedural framework for ensuring safety of mining work. Currently, there are lots of legislative instruments and regulatory technical documents in the field of occupational safety in the coal mining industry. They provide basic requirements that must be observed at the enterprise. Among them:

- Safety Guide “Scope of documentation for mining in coal mines”;
- Coal mines degasation guide (Order of Rostekhnadzor dated December 1, 2011 N 679);
- Safety rules in the oil and gas industry;
- Guidelines for conducting expert surveys of main ventilation system;
- Safety rules for surface exploitation;
- Guidelines for the classification of accidents and incidents at hazardous mining industrial facilities, etc.

Russian laws and regulations exist to ensure occupational safety, but, unfortunately, it is more a declaration of intentions usually ignored by employers. An analysis of the occupational safety system (OSS) revealed a number of significant problems. It can be said that today insufficient attention is paid to the specific features of the industrial environment of coal mines, relating to industrial facilities of increased danger, in terms of taking into account all types of danger, both external and internal, as well as the specific issues of health, safety and environmental protection (HSE) conditions. A lot of money is being invested to occupational safety. However, it is difficult to link its amount with the growth of the security system efficiency, since an increase in the safety costs does not lead to an adequate increase in the level of safety. This is due to the fact that:

- the complex of both internal and external factors affects the safety level;
- there is an internal contradiction associated with the fact that often an increase in production efficiency is accompanied by an increase in accident risk or the occurrence of emergency situations;
- safety management structure both in the enterprise as a whole and in the work safety service is not perfect;
- there is no clear definition of the roles, responsibilities, and authorities of public officials and, as a result, no regulated interaction on health and safety matters between enterprise divisions and employees;
- owners and investors are not interested in investing their funds in safety, as they most often perceive this as additional costs.

Thus, the key task requiring an early solution is the problem of occupational safety in the coal mining industry. In order to solve this problem, the Government of the Russian Federation is developing various programs and activities. So, in order to increase the safety of mining operations at coal enterprises, a project aimed at ensuring further improvement of working conditions, increasing safety of mining operations, reducing accident rate and injuries in the coal mining industry was developed. As a result, of which, the Government of the Russian Federation (order of June 21, 2014 No. 1099-r) approved «The program of the Russian coal industry development for the period until 2030». Among the objectives there were ensuring a decrease in the accident rate and injuries by at least 30 %, an increase in energy intensity of coal mining and processing (at least 1.5 times), increase in coal reserves, etc.

The coal mining industry in Russia possesses significant proven and forecast coal reserves and has all the possibilities for its effective extraction and further use in order to meet the demand for coal products within the country, as well as export development. Thus, the cornerstone of sustainable development of the coal industry is the need to ensure occupational safety, improve working conditions, and reduce the level of accidents and industrial injuries to a minimum. All this requires analysis of the state and development of the regulatory framework, adoption of new regulatory acts / amendments to existing acts, as well as modernization of the industry and implementation of new modern technologies.

1.2 Factors affecting safe mining

In the Russian Federation special attention is paid to improving occupational safety. This is largely due to accidents with mass deaths that have recently occurred in the country: “Ulyanovskaya” (110 people), “Raspadskaya” (91 people), “Yubileynaya” (39 people), “Severnaya” (36 people), etc. Obviously, the above-mentioned accidents could not go unnoticed by society and the professional environment, thereby increasing attention to the issue of ensuring occupational safety and comfortable working conditions.

Among the factors affecting the mining safety, the following groups and subgroups can be distinguished:

1. Difficult mining-and-geological conditions:

- high working seam gas content;
- hazard of sudden emissions, rock bursts, water breakthroughs, and spontaneous combustion.

2. Difficult mine technical conditions:

- a growing concentration of equipment and mining operations when working in “closed” mine conditions;

- increased loads on working faces.

3. Errors in field development decisions:

- design errors when choosing equipment, mining methods due to the low qualification of the designing engineer;

- non-confirmation of geological survey data on field situation (volume of gas, outburst hazard, hydrogeological conditions, solid features, etc.) due to insufficient research representativeness during geological exploration;

- obsolescence of norms and rules for the mine’s design, which is in conflict with existing mining technology;

- violation of safety rules and job descriptions by mine personnel (“human factor”).

4. Organizational and financial issues:

- lack of a sufficient level of mine’s technological infrastructure;

- lack / absence of investment in forecasting and hazard management;

- insufficient moral and material liability of company owners for the health and safety of personnel.

The human factor, including a low work culture, non-compliance with various rules and production technologies, are among the main causes of accidents at mine workings. This is primarily due to the fact that miners themselves often ignore established safety standards. The violation of safety standards at coal mining enterprises occurs because the extraction volume is the main indicator affecting the miner's salary level. If this indicator differs from the planned one, an employee gets reduced wages. That is why miners sometimes turn a blind eye, for example, to methane concentration detectors, knowing that safety systems are created with a large safety coefficient (the device begins to react at a methane concentration of 2 %, and the explosion occurs at a concentration of 7 %).

The main factor determining the safety of underground work is the mine atmosphere. Among other aspects affecting the safety conditions of miners, fires associated with gas and coal dust explosions can be distinguished. The mine air is an unfavorable source during fires, since a significant amount of toxic gases is formed in it. Toxic gases are carried by a ventilation stream through the mine and can cause poisoning of a large number of people.

The next hazard during fires is the high air temperature caused by the combustion process. The most common cause of deaths in the coal mining industry are gas explosions. They are native to coal mines with high methane content. Intensive mining of coal seams is accompanied by an

abundant release of methane into the mine atmosphere, which, in case of violation / absence of ventilation, creates the conditions for the gasification and increases the likelihood of ignitions and explosions of the methane-air mixture. Significant fluctuations in the methane concentration in various mine workings, not to mention sudden methane emissions and associated explosions of the methane-air mixture, are currently serious factors affecting the safety of mining operations.

Thus, the main factor leading to emergencies at coal mines is the high explosion hazard associated with sudden emissions of coal and gas and explosions of methane-air mixtures. According to the Safety regulations, depending on the magnitude of relative methane content and the type of methane emission, gassy mines are divided into five categories (Table 2).

Table 2 - Mine rating of methane

<i>Mine rating of methane hazard</i>	<i>Relative methane content, m³/t</i>
<i>I</i>	Up to 5
<i>II</i>	From 5 to 10
<i>III</i>	From 10 to 15
<i>Very gassy</i>	15 and more, bleeding
<i>Prone to sudden outbursts</i>	Formations hazardous for sudden emissions of coal and gas, as well as outburst-prone solid

In Russia about 70 % of mines are gas-rich, most of them are located in the Kuznetsk basin. Of the 89 coal mines in the industry, 77 are gassy; 10 mines, according to safety regulations, are assigned to category III methane hazard, 23 - to “very gassy” category, and 19 - are hazardous in terms of sudden coal and gas emissions, which, by methane volume emissions, are also related to “very gassy” category. Of particular concern are major accidents, as evidenced by explosions of methane-air mixtures that have occurred recently in Russian mines (*Severnaya Mine, Raspadskaya Mine, Mine No. 7, and etc.*).

The high gas mobility of coal mines led to a relatively high level of fatal injuries. The indicators of occupational safety status at coal enterprises were distributed as follows. In 2018, 5 accidents occurred at the enterprises, among which one accident with a group one. In emergencies with a group accident, one person was fatally injured. In other emergencies, no one was affected or fatally injured. The total number of fatally injured people in 2018 is 17.

In 2017, 3 accidents occurred, all without group accidents. In other accidents, no one was affected or fatally injured. The total number of fatally injured in 2017 was 18 people. Compared to 2016, the number of fatal accidents in 2017 was reduced by 67.8 %, overall injuries decreased from 304 cases in 2016 to 118 cases in 2017. The number of fatal accidents in 2018 compared to 2017 was reduced by 5.5 %. Overall injuries decreased from 118 cases in 2017 to 68 cases in 2018. The

dynamics of coal production, fatal injuries, and accidents for the period 2005–2018 are shown in Fig. 2.

The relative fatal injury rate, defined as the number of fatally injured miners per 1 million tons of extracted coal per year, in 2018 decreased in comparison with 2017 from 0.044 to 0.039 people / million tons.

The dynamics of the total number of accidents, explosions, and methane outbreaks over the period from 2005 to 2018 is shown in Fig. 3.

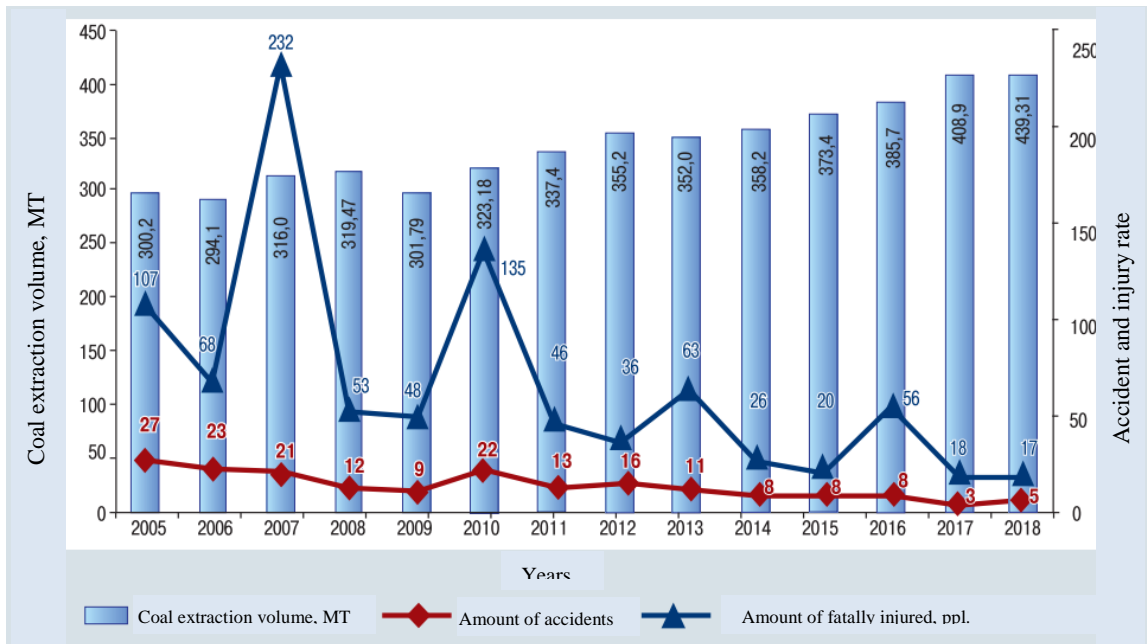


Figure 2 - Dynamics of changes in coal extraction volume, fatal injuries, and accidents for 2005–2018

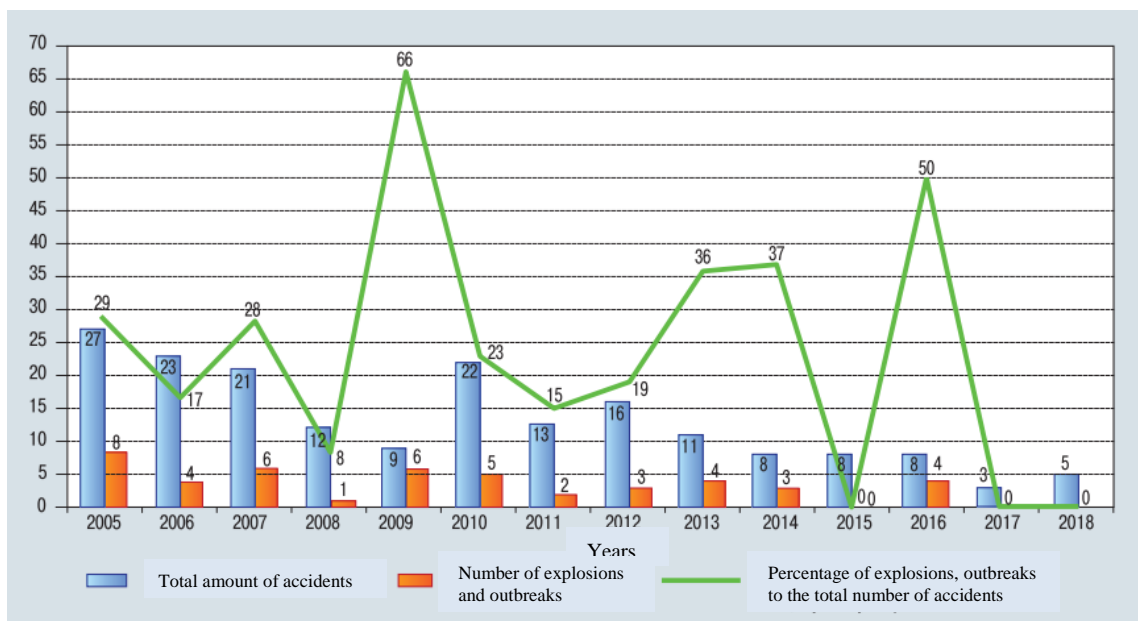


Figure 3 - Dynamics of the total number of accidents, methane explosions and outbreaks over the period 2005-2018

After statistics analysis, it can be concluded that the key factor affecting the safe mining operation is the mine air and the content of combustible gases in it, which are strictly regulated by the Safety Regulations.

Unfortunately, in Russia, almost all manufacturing enterprises do not fully comply with safety standards and rules. However, properly organized and implemented control over the concentration of gases in the mine atmosphere is important, because it allows you to timely detect an increase in their content and take the necessary measures to normalize the gas composition.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

(Рекомендуемое)

АКТ О ВНЕДРЕНИИ РЕЗУЛЬТАТОВ ДИПЛОМНОЙ РАБОТЫ



**Общество с ограниченной ответственностью «Угольная компания
Анжерская-Южная»**

652432, Кемеровская Область - Кузбасс, Кемеровский район, поселок Арсентьевка,
Шахта Анжерская-Южная территория, здание АБК

тел.+ 7 (923) 530-03-39

ИНН 4218063863 16 КПП 425001001

р/с 40702810564000007068 к/с 30101810800000000606 БИК 046902606

АКТ О ВНЕДРЕНИИ

Настоящим подтверждаем, что результаты исследования, обоснованные в выпускной квалификационной работе Завьяловой Алены Олеговны на тему: «Программа мероприятий по повышению уровня промышленной безопасности на угледобывающем предприятии» обладают актуальностью, представляют практический интерес и находятся в стадии внедрения в ООО «Угольная компания Анжерская-Южная».

В частности, была очень важна и практически полезна рекомендация о проведении гидравлического разрыва угольного пласта с применением нового проппанта. Данная технология позволит повысить рентабельность угледобычи, решить вопрос обеспечения промышленной безопасности на предприятии и значительно улучшить экологическую обстановку в регионе.

Тестирование предложенной технологии планируется начать в начале 2021 года. В настоящее время рассматривается вопрос о закупке оборудования и материалов для проведения операции.

Главный инженер

ООО «УК Анжерская-Южная»



К.А. Ищенко

«8» июня 2020 г.