

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



Юргинский технологический институт
Направление подготовки: 280700 Техносферная безопасность
Профиль: Защита в чрезвычайных ситуациях
Кафедра безопасности жизнедеятельности, экологии и физического воспитания

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Анализ и расчет риска возникновения чрезвычайных ситуаций на ООО «шахта «Усковская»

УДК 614.8:622

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
З-17Г11	Абдуллина Ольга Александровна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент каф. БЖДЭиФВ	Луговцова Н.Ю.			

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент каф. ЭиАСУ	Нестерук Д.Н.			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент каф. БЖДЭиФВ	Луговцова Н.Ю.			

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Инженер каф. БЖДЭиФВ	Романенко В.О.	к.т.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
БЖДЭиФВ	Солодский С.А.	к.т.н.		

Юрга – 2016 г.

Планируемые результаты обучения по основной образовательной программе
направления 280700 – Техносферная безопасность

Код результатов	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
P1	Применять базовые и специальные естественнонаучные и математические знания, достаточные для комплексной инженерной деятельности в области техносферной безопасности.
P2	Применять базовые и специальные знания в области техносферной безопасности для решения инженерных задач.
P3	Ставить и решать задачи комплексного анализа, связанные с организацией защиты человека и природной среды от опасностей техногенного и природного характера, с использованием базовых и специальных знаний, современных аналитических методов и моделей, осуществлять надзорные и контрольные функции в сфере техносферной безопасности.
P4	Проводить теоретические и экспериментальные исследования, включающие поиск и изучение необходимой научно-технической информации, математическое моделирование, проведение эксперимента, анализ и интерпретацию полученных данных, на этой основе разрабатывать технику и технологии защиты человека и природной среды от опасностей техногенного и природного характера в соответствии с техническим заданием и с использованием средств автоматизации проектирования.
P5	Использовать знание организационных основ безопасности различных производственных процессов, знания по охране труда и охране окружающей среды для успешного решения задач обеспечения техносферной безопасности.
P6	Обоснованно выбирать, внедрять, монтировать, эксплуатировать и обслуживать современные системы и методы защиты человека и природной среды от опасностей, обеспечивать их высокую эффективность, соблюдать правила охраны здоровья, безопасности труда, выполнять требования по защите окружающей среды.
	Универсальные компетенции
P7	Использовать базовые и специальные знания в области проектного менеджмента для ведения комплексной инженерной деятельности.
P8	Владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в иноязычной среде, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности.
P9	Эффективно работать индивидуально и в качестве члена группы, состоящей из специалистов различных направлений и квалификаций, демонстрировать ответственность за результаты работы и готовность следовать корпоративной культуре организации.
P10	Демонстрировать знания правовых, социальных, экономических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности.
P11	Демонстрировать способность к самостоятельной работе и к самостоятельному обучению в течение всей жизни и непрерывному самосовершенствованию в инженерной профессии.



Юргинский технологический институт
 Направление подготовки: 280700 Техносферная безопасность
 Профиль: Защита в чрезвычайных ситуациях
 Кафедра безопасности жизнедеятельности, экологии и физического воспитания

УТВЕРЖДАЮ:
 Зав. кафедрой БЖДЭиФВ
 _____ С.А. Солодский
 « ____ » _____ 2016 г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме

Бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
3-17Г11	Абдуллиной Ольге Александровне

Тема работы:

Анализ и расчет риска возникновения чрезвычайных ситуаций на ООО «шахта «Усковская»	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	29.01.2016 г. № 26/с

Срок сдачи студентам выполненной работы:	14.06.2016 г.
--	---------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	1 Объект исследования – ООО «Шахта «Усковская» Кемеровская область, Новокузнецкий район, юго-восточная часть Ерунаковского геологоэкономического района Кузбасса. 2 Краткая характеристика предприятия. 3 Исходные данные о потенциальной опасности объекта и территории. 4 Сведения о размерах и границах территории объекта, границах запретных, охранных и санитарно-защитных зон предприятия. 5 Перечень мероприятий по гражданской
---------------------------------	---

	обороне.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	1 Аналитический обзор проблемы возникновения ЧС на угледобывающих предприятиях. 2 Характеристика объекта исследования. 3 Разработка сценариев развития аварийных ситуаций на объекте исследования с указанием основных причин их возникновения. 4 Оценка рисков объекта исследования. 5 Расчет вероятных зон действия поражающих факторов. 6 Результат анализа состояния противоаварийной защиты (ПАЗ). 7 Предложения по реализации мер, направленных на уменьшение риска аварий.
Перечень графического материала	1 Общий план предприятия. 2 «Дерево отказов» в результате аварийной ситуации. 3. «Дерево событий» развития аварийных ситуаций. 4 Ситуационные планы зон поражающих факторов. 5 Чертеж общего вида предлагаемого решения.
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Нестерук Дмитрий Николаевич
Социальная ответственность	Луговцова Наталья Юрьевна
Нормоконтроль	Романенко Василий Олегович

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	10.02.2016 г.
---	---------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент каф. БЖДЭиФВ	Луговцова Н.Ю.			10.02.2016

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
З-17Г11	Абдуллина Ольга Александровна		10.02.2016

Реферат

Выпускная квалификационная работа с 13 рис., 22 табл., 50 источников, 3 прил.

Ключевые слова: ШАХТА, ПРАВИЛА БЕЗОПАСНОСТИ, СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ, ВЗРЫВ МЕТАНОВОЗДУШНОЙ СМЕСИ, ВРЕДНЫЕ И ОПАСНЫЕ ФАКТОРЫ, ВЕНТИЛЯЦИОННАЯ УСТАНОВКА.

Объектом исследования является ООО «Шахта «Усковская».

Цель работы – проанализировать и рассчитать риски возникновения чрезвычайных ситуаций на ООО «Шахта «Усковская».

В процессе исследования проведен анализ возникновения аварийных ситуаций в шахте и на ее поверхности, разработаны три сценария возможных аварий. Для каждого сценария рассчитаны поражающие факторы с построением «деревьев отказов» и «деревьев событий».

Из всех возможных сценариев был выделен, как наиболее опасный, сценарий, связанный со взрывом метановоздушной смеси в тупиковой выработке.

В результате исследования предложено техническое решение по недопущению развития данной ситуации путем разработки скважины с последующей установкой вентиляционной системы для создания оптимального газового режима в выработках шахты.

Степень внедрения: на стадии разработки

Область применения: на угольных предприятиях

Экономическая эффективность/значимость работы высокая

ВКР выполнена в текстовом редакторе MW 10,0 и представлена в распечатанном виде формата А4.

Abstract

Final qualifying work 13 with Fig., 22 Table, 50 sources, 3 adj.

Keywords: MINE, SAFETY PRECAUTIONS, PROTECTIVE EQUIPMENT, EXPLOSION OF METHANE MIXTURES, OCCUPATIONAL HAZARDS, AIR HANDLING UNIT.

The object of research is the «Uskovskaya» Mine»

The purpose of work – to analyze and calculate the risks of emergency situations of «Uskovskaya» Mine».

The study analyzed the occurrence of accidents in the mine and on the surface, developed three scenarios of possible accidents. For each scenario, affecting factors calculated with the construction of «fault trees» and «event trees».

Of all the possible scenarios it was highlighted as the most dangerous scenario is associated with the explosion of methane-air mixture in a dead-end generation.

The study suggested a technical solution to prevent this situation through the development of the well, followed by the installation of a ventilation system for optimum gas conditions in the mine workings.

Degree of implementation: on the stage of development

Applications: coal company

Economic efficiency / high significance of the work

WRC performed in a text editor MW 10,0 and presented in printed form A4

Определения, обозначения, нормативные ссылки

В настоящей работе использованы следующие стандарты:

ГОСТ 12.1.007-76 Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности.

ГОСТ 12.1.012-90. Вибрационная безопасность. Общие требования.

ГОСТ Р 12.3.047-98 Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования.

ГОСТ Р 12.3.047-2012 Пожарная безопасность технологических процессов.

ГОСТ 12.4.011-89 Средства защиты работающих. Классификация.

ГОСТ 25543-88 Угли бурые, каменные и антрациты.

РД 03-496-02 Методические рекомендации по оценке ущерба от аварий на опасных производственных объектах.

РД 34.21.122-87 Инструкции по устройству молниезащиты зданий и сооружений.

РД 153-34.0-03.150-00. Межотраслевые правила по охране труда при эксплуатации электроустановок.

СП 1.13130.2009 Система противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы.

СП 12.13130.2009 Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности.

СН 2.2.4/2.1.8.562-96 Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.

ГН 2.2.5.1313-03 Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны.

СНиП 22-01-95 Геофизика опасных природных воздействий.

НПБ 23-01 Пожарная опасность технологических сред. Номенклатура показателей.

СО 153-34.21.122-2003 Инструкции по устройству молниезащиты зданий и сооружений и промышленных коммуникаций.

Обозначения и сокращения

В данной работе применены следующие термины с соответствующими определениями:

геологическое нарушение: Нарушение цельности горных пород, характеризуется разрывами пласта, размывтием.

пласт: Слой породы относительно постоянной толщины, находящийся между подобными же образованиями.

очистной забой: Поверхность полезного ископаемого (угольного пласта или рудного тела), откуда производится отделение добываемого полезного ископаемого для дальнейшей транспортировки его на поверхность.

горный комбайн: Самоходный комплекс для добычи и транспортировки угля, установки крепи, проходки горных выработок и других работ.

штрек: Горная выработка, не имеющая непосредственного выхода на земную поверхность, лежащая в горизонтальной плоскости и проходящая по простиранию рудного тела.

шнек: Стержень со сплошной винтовой поверхностью вдоль продольной оси.

синклиналь: Вид складчатых изгибов слоёв земной коры, характерный вогнутой формой, наклоном слоёв к оси и залеганием более молодых слоёв в осевой части и более древних на крыльях.

целик: Часть залежи (пласта) полезного ископаемого, не извлечённая в процессе разработки месторождения.

бремсберг: Подземная наклонная горная выработка, не имеющая непосредственного выхода на земную поверхность, как правило пройденная по пласту полезного ископаемого (по линии падения) и служащая для спуска

полезного ископаемого в вагонетках или конвейерами с вышележащего на нижележащий горизонт.

конвейер: Машина непрерывного транспорта, предназначенная для перемещения сыпучих, кусковых или штучных грузов.

сбойка: Подземная горная выработка (горизонтальная или наклонная), соединяющая две близко расположенные выработки, например, штрека.

перемычки: Устройства для изоляции отработанных участков шахтного поля, а также для разделения свежего и загрязненного потоков воздуха, к ним относятся вентиляционные перемычки, двери, ляды, воздушные мосты и трубопроводы. Вентиляционные перемычки бывают бетонными, железными (в виде дверей), деревянными и надувными.

скважина: Горная выработка круглого сечения, пробуренная с поверхности земли или с подземной выработки без доступа человека к забою под любым углом к горизонту, диаметр которой намного меньше её глубины. Бурение скважин проводят с помощью специального бурового оборудования.

сечение выработки: Это горизонтальные и вертикальные размеры проводимого штрека.

паспорт выработки: Утвержденная документация на проведение в выработке в которой обозначены все сечения, расположение и расстановка оборудования а так же указана схема и способ крепления кровли и бортов штрека.

шпур: Искусственное цилиндрическое углубление в твёрдой среде (горной породе, бетоне) диаметром до 75 мм и глубиной до 5 м. Создаются и применяются для размещения зарядов при взрывных работах, для установки анкерной крепи, нагнетания воды или цемента в окружающий массив горных пород и т. п.

лава: Подземная очистная горная выработка в которой производится непосредственная добыча полезного ископаемого.

Используемые сокращения:

ГЖО – марка угля, газовый жирный отощенный;

СВП – система выравнивания профиля, металлическая рамная податливая крепь, устанавливается на кровле выработки;

ГСМ – горюче-смазочные материалы;

ПБ – правила безопасности;

СИЗ – средство индивидуальной защиты;

ПДК – предельно допустимые концентрации;

АСУ – автоматизированные системы управления;

АГК – автоматический газовый контроль;

АГЗ – автоматическую газовую защиту;

ЛЭП – линия электропередачи.

Оглавление

Введение	12
1. Аналитический обзор проблемы возникновения ЧС на угледобывающих предприятиях	15
2. Характеристика объекта исследования	28
3. Сценарии развития аварийных ситуаций на объекте исследования с указанием основных причин их возникновения	34
4. Расчет вероятных зон действия поражающих факторов	45
4.1. Расчет вероятных зон действия поражающих факторов при сценарии развития ЧС, связанной с проливом дизтоплива при транспортировании по территории существующей основной промплощадки	45
4.2. Расчет возникновения ЧС, связанной с попаданием молнии в наземный объект	49
4.3. Сценарий развития ЧС, связанной со взрывом смеси газа метана, угольной пыли и рудничного воздуха в горных выработках конвейерного штрека 50-12 и Южном осевом вентиляционном штреке	50
5. Анализ состояния противоаварийной защиты (ПАЗ) шахты	54
6. Предложения по реализации мер, направленных на уменьшение риска аварии	57
7. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	66
8. Социальная ответственность	81
8.1. Анализ вредных и опасных факторов производственной среды	81
8.2. Охрана окружающей среды	89
Заключение	94
Список публикаций	96
Список используемых источников	97
Приложения	102

Введение

Угольная промышленность – это отрасль топливной промышленности, которая включает добычу открытым способом или в шахтах, обогащение и переработку (брикетирование) бурого и каменного угля.

Расположенный на юге Западной Сибири в Кемеровской области Кузнецкий бассейн, является главной угольной базой страны и обеспечивает половину общероссийской добычи угля. Здесь залегает каменный уголь высокого качества, в том числе коксующийся. Почти 12 % добычи осуществляется открытым способом. Главными центрами являются Новокузнецк, Кемерово, Прокопьевск, Анжеро-Судженск, Белово, Ленинск-Кузнецкий.

Несмотря на мировой финансовый и экономический кризис объемы добычи и количество проводимых горных выработок увеличиваются. Закрываются старые, нерентабельные предприятия. Взамен их открываются новые, обслуживаемые модернизированными комплексами и новыми технологиями, позволяющие повысить производственную мощность предприятий, обеспечивающих общество своей продукцией. Часто, увеличение темпов добычи становится причиной создания аварийных ситуаций. Нагрузка на забой порой может достигать критических уровней. Возникает необходимость создания организационных и технических решений, способных увеличить уровень надежности установок, защитить персонал и объекты предприятия от воздействия поражающих факторов, возникающих вследствие аварий.

Опасными производственными объектами являются предприятия или их цехи, участки, площадки, а также иные производственные объекты, применяющие технологии, способные нанести вред окружающей среде и здоровью человека [1]. На такие объекты разрабатываются документы, описывающие и регламентирующие правила безопасной эксплуатации в

процессе производственной деятельности и документы, описывающие возможные аварийные ситуации, способы локализации и ликвидации их последствий [2].

ООО Шахта «Усковская» – относится к опасному производственному объекту. В технологических процессах образуются опасные вещества, задействованы установки, работающие под избыточным давлением, ведутся горные работы. Это и является причиной, по которой шахта «Усковская» относится к опасному производственному объекту [1]. Во время технологического процесса происходит выделение газа метана более 15 м³/т, что позволяет отнести шахту к сверхкатегорийному объекту.

Участком вентиляционной техники безопасности во главе с главным инженером предприятия был создан «План ликвидации аварий» [3]. В данном документе отражены возможные аварийные ситуации связанные со взрывом, возгоранием и прочими аварийными ситуациями, подробно описаны все позиции и действия, которые будет предпринимать персонал шахты и призванные к месту аварии горноспасатели. Проанализировав сценарии развития возможных чрезвычайных ситуаций, было выявлено, что наиболее вероятной аварией может стать взрыв смеси газа метана, угольной пыли и рудничного воздуха в плохо проветриваемых тупиковых горных выработках.

В результате аварии будут разрушены частично горные выработки, большей части элементов крепи, разрушение вентиляционных трубопроводов, противопожарных трубопроводов, водоотлива и перемычек. При этом могут сохраняться наиболее прочные элементы крепления, частично борта и кровля выработок и выработки, пройденные в северном поле, а также вышележащие. При сильном разрушении образуется завал. Восстановление возможно с использованием сохранившихся частей и конструктивных элементов. В результате будет понесен огромный урон окружающей среде, работникам предприятия и самому предприятию. Поэтому целью выпускной квалификационной работы является расчет риска возникновения аварийной

ситуации и разработка технического решения по предотвращению ее развития на шахте «Усковская».

Объектом исследования стали тупиковые выработки конвейерного штрека 50-12 и Южного осевого вентиляционного штрека. Удаленность от вентилятора главного проветривания допускает утечки воздуха через перемычки, а также в расширениях сечений выработок, полученных в результате несоблюдения паспорта проведения выработок и встреченных нарушениях. Проектным решением шахты предполагается сбитие осевого конвейерного штрека и осевого вентиляционного штрека с выработками Южного осевого вентиляционного штрека и конвейерного штрека 50-12 для восстановления безопасной рудничной атмосферы. Но расчет показывает, что на это потребуется 11 месяцев. Сложности в проведении выработок возникают в результате проходки по породе, встреченных непрогнозируемых нарушениях и др.

Результаты исследований, приведенные в выпускной квалификационной работе, могут быть внесены в проектную документацию шахты связанную с отработкой пласта, а технические решения воплощены в жизнь в два этапа. Покупкой установки, и пробуривания скважины.

Результаты проведенного исследования были представлены главному инженеру шахты «Усковская». Приобретение установки и пробуривание скважины принято к изучению, планируется конструирование предложенного устройства.

1 Аналитический обзор проблемы возникновения ЧС на угледобывающих предприятиях

На территории Российской Федерации ежегодно происходит значительное число природных и техногенных катастроф, в результате которых не только наносится большой ущерб народному хозяйству, но и гибнут люди. Опыт ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций свидетельствует, что ЧС техногенного характера возникают не только в силу нарушения технологического процесса производства, но и в значительной мере под влиянием целого ряда природных процессов, которые и определяют степень потенциальной опасности их возникновения.

Согласно приложению 1 к Федеральному закону от 21.07.1997 N 116-ФЗ (ред. от 13.07.2015г.) «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» к опасным производственным объектам относятся те объекты, на которых ведутся горные работы, (за исключением добычи общераспространенных полезных ископаемых и разработки россыпных месторождений полезных ископаемых, осуществляемых открытым способом без применения взрывных работ), работы по обогащению полезных ископаемых; (п. 5 в ред. Федерального закона от 04.03.2013 N 22-ФЗ) [1].

Уголь добывается двумя способами – открытым и закрытым. Открытую добычу осуществляет разрез, закрытую шахта.

Разрез – угольный карьер, горное предприятие, предназначенное для разработки месторождения (по добыче) угля открытым способом.

Шахта – промышленное предприятие, осуществляющее добычу полезных ископаемых с помощью системы подземных горных выработок.

Чрезвычайные ситуации подземной и открытой способов добыче.

При открытой добыче могут возникать следующие чрезвычайные ситуации:

- возгорание отвалов;

- опрокидывание техники;
- разрушение бортов выработок;
- незапланированные взрывы во время буровзрывных работ;
- природные явления (гром, землетрясение и др.).

Чрезвычайная ситуация – обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь или повлекли за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей природной среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей [1].

Подземной аварией в шахте называется внезапное нарушение нормального состояния выработок, механизмов и состава рудничной атмосферы, в результате которого создается угроза жизни людей, занятых на подземных работах.

Авария, имеющая по масштабам разрушений и числу жертв характер стихийного бедствия, называется катастрофой. Все подземные аварии делятся на две группы:

- аварии, угрожающие жизни людей, находящихся непосредственно в зоне аварии (аварии с механизмами и агрегатами, частичные обрушения выработок и др.). Ликвидация таких аварий осуществляется чаще всего рабочими и надзором шахты;

- аварии, угрожающие жизни людей, находящихся не только в зоне аварии, но и других выработках (взрывы газа и угольной пыли, рудничные пожары, внезапные выбросы угля, породы и газа, суфлярные выделения газов, прорывы воды, глины и пульпы, завалы выработок). Ликвидация таких аварий отличается большой сложностью и опасностью, поэтому производится силами ВГСЧ. Рабочие и надзор шахты в этих случаях могут выполнять лишь вспомогательные работы в выработках, не требующих применения специальных дыхательных и других приборов [1].

Причины возникновения ЧС на шахтах:

1. Взрывы метановоздушной смеси;
2. Прорыв вод;
3. Обвалы и обрушения;
4. Взрывы взрывчатого вещества;
5. Остановка вентиляционной установки;
6. Суфлярные выделения газа;
7. Горный удар;
8. Эндогенные и экзогенные пожары;
9. Природные явления;
10. Разлив дизельного топлива.

Взрывы метановоздушной смеси.

Наиболее опасными подземными авариями являются взрывы метана и угольной пыли, пожары, внезапные выбросы и суфлярные выделения газов, при которых рудничная атмосфера может оказаться непригодной для дыхания на значительном протяжении выработок шахты.

Причины взрывов.

Наибольшую опасность взрывы пылегазовых смесей представляют для угольных шахт.

В угольных шахтах увеличение пылеобразования связано дополнительно с тем, что: все применяемые системы разработки предполагают обнажение угольного пласта на всей площади обработки; угольная пыль обладает высокой витаемостью и низкой смачиваемостью; интенсивное проветривание вызывает захват большого количества пыли турбулентным воздушным потоком; рост энерговооруженности с механическим отделением и дроблением горных пород (угля) непосредственно в активно проветриваемом рабочем пространстве горных выработок приводит к непрерывному интенсивному запылению атмосферы горных выработок на всем протяжении.

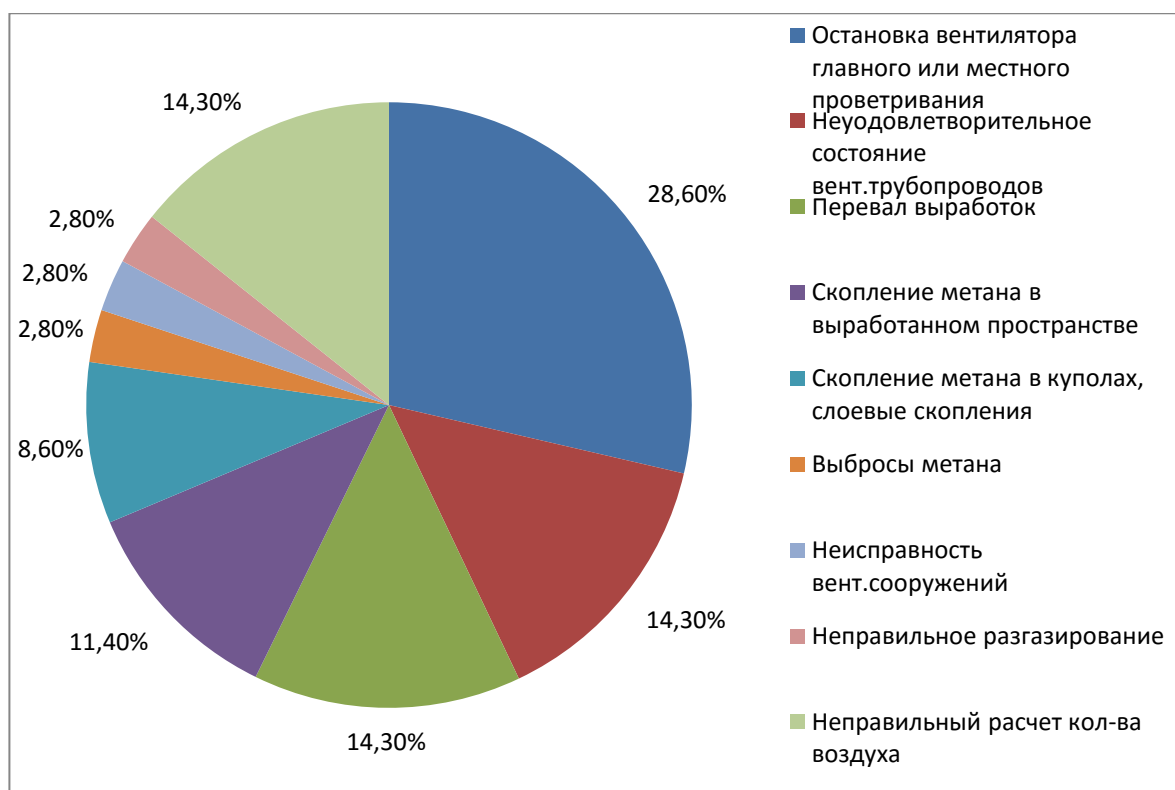


Рисунок 1 – Причины образования взрывоопасной метановоздушной среды в угольных шахтах

Источником теплового импульса воспламенения серной и сульфидной пылевоздушной смеси являются взрывные работы. В угольных шахтах воспламенение метано- и пылевоздушной смеси происходит в основном от теплового импульса, создаваемого взрывными работами, электрическим током и фрикционным искрением.

Прорывы вод.

Внезапные прорывы паводковых и ливневых вод в горные выработки шахт происходят в результате подработки балок и оврагов, оставления на поверхности незасыпанных провалов, воронок, незатампонированных трещин, а также из-за отсутствия необходимых ограждений и канализации ливневых и паводковых вод. Прорывы вод могут происходить из поверхностных водоемов в результате подработки их горными работами, вследствие тектонических нарушений, появления трещин, недостаточной гидрологической изученности пересекаемых горными выработками горных пород и др. Пожары в шахтах происходят в результате неудовлетворительно организованной

противопожарной защиты, а именно: из-за несоответствия применяемой системы разработки условиям угольных или колчеданных месторождений; из-за невыполнения всех профилактических мер по изоляции выработок выработанных пространств; из-за нарушения технологии ведения очистных работ при разработке угольных пластов и колчеданных руд и требований Правил безопасности [1].

Обвалы и обрушения.

Обвалы и обрушения происходят в шахтах из-за неудовлетворительной проверки состояния выработок, нарушения технологии добычи угля и руд, несоблюдения паспортов крепления и управления кровлей.

Взрывы взрывчатого вещества.

Преждевременные взрывы взрывчатого материала могут происходить в результате нарушения единых правил безопасности при взрывных работах, применения некачественных средств инициирования или несоответствия их данным условиям, воздействия на электродетонаторы блуждающих токов, утечек из силовой и осветительной электрической сети и др.

Остановка вентиляционной установки.

Причинами остановки главной вентиляторной установки являются: внезапное выключение электроэнергии на электроподстанции; несвоевременный и неудовлетворительный надзор за вентиляторной установкой со стороны электромеханической службы и машиниста вентиляторной установки и др.

Суфлярные выделения газа.

Суфлярные выделения газов при разработке угольных, рудных и нерудных месторождений происходят в результате: вскрытия трещин и полостей геологического происхождения при ведении горных работ; недостаточной геологической изученности разрабатываемого месторождения; непринятия мер по предупреждению возможного суфлярного выделения газов, несоблюдения соответствующего порядка выемки сближенных пластов и пр. Выбросы угля, породы и газа могут происходить в результате нарушения

мероприятий по снижению выбросоопасности продуктивной толщи (пласта) [4].

Способы снижения выбросоопасности делятся на общие (региональные), выполняемые заблаговременно или предварительно до начала очистных и подготовительных работ, и местные (локальные), выполняемые в забое. К региональным способам относятся: опережающая отработка защитных пластов; заблаговременная дегазация угольных месторождений с гидрорасчленением угольных пластов; предварительная дегазация угольных пластов; предварительное увлажнение угольных пластов в режиме фильтрации. К локальным, способам относятся: гидрорыхление пласта; увлажнение угольного пласта в режиме фильтрации; бурение опережающих скважин; образование разгрузочных пазов и щелей; торпедирование (гидровзрывная обработка) угольного массива.

Сотрясательное взрывание применяется как крайняя мера провоцирования выброса в отсутствие возможности снижения выбросоопасности. Сущность способа заключается в отбойке угля и породы на заданную величину подвигания без дальнейшего оформления забоя ударными инструментами. Взрывание производится с расстояния не менее 600 м от забоя.

Горный удар.

Горный удар – явление скачкообразного перехода упругой энергии предельно напряженного массива вокруг горных выработок и силы тяжести в работу сдвижения и разрушения горных пород.

Внешнее проявление горного удара – разрушение и отброс (выравнивание) пород (угля, соли, руды), разрушение крепи, смещение оборудования, машин, резкий звук, образование пыли, воздушной волны, в газовых шахтах усиление газовыделения. Для безопасного ведения горных работ на пластах, подверженных горным ударам, осуществляется ряд противоударных мероприятий (опережающая отработка пластов, создание защитных зон, вскрытие и подготовка пластов в определенном порядке) [5].

Эндогенные и экзогенные пожары.

Таблица 1 – Количество подземных пожаров, возникших на шахтах Кузбасса

Год	Количество подземных пожаров	Количество эндогенных пожаров	Количество экзогенных пожаров
2013	4	3	1
2012	2	2	-
2011	4	3	1
2010	6	4	2
2009	2	2	-
2008	2	2	-
2007	5	3	2
2006	4	3	1
2005	4	2	2
2004	8	8	-
2003	7	6	1
2002	6	2	4
2001	7	6	1
Всего	61	46	15

Эндогенные пожары в выработанном пространстве действующих выемочных полей возникают от самовозгорания оставленных в нем целиков угля, измельченного угля, разрушенной краевой части целика. Условия для самовозгорания угля благоприятны в зонах геологических нарушений вследствие неустойчивости и значительной трещиноватости угля, повышения его химической активности. Предотвращение самовозгорания угля в выработанном пространстве действующих очистных забоев затруднено в связи со сложностью изоляции оставленного угля от утечек воздуха.

Экзогенный пожар – пожар, разившийся от внешних причин (открытый огонь, искрение оборудования и др.)

Экзогенные пожары возникают и распространяются быстро, особенно в выработках с интенсивным проветриванием. При отсутствии заранее подготовленных средств борьбы с ними и несвоевременном тушении они могут нанести большой материальный ущерб и привести к человеческим жертвам[5].

Природные явления.

- сильные ветра

Сильный ветер со скоростью 14-17 м/с, возможно переворачивание различных щитовых конструкций, обламывание веток деревьев.

Штормовой ветер до 24,5 м/с – происходят обрывы на линиях электропередающих сетей, рвутся контактные электротранспортные сети, падают деревья. Нередки пожары от искрящейся проводки. Нарушения кровли зданий, перенос незакрепленных предметов на местности.

Ураганный ветер, силой более 32,5 м/с, является катастрофическим. При таком ветре возможно разрушение капитальных строений, полностью или частично, срывание крыш производственных зданий, административно-бытовых комбинатов, переворачивание автомобилей, как легковых, так и тяжёлых.

- землетрясение

В соответствии со СНиП 22-01-95 "Геофизика опасных природных воздействий" категория опасности возникновения землетрясения в 7 баллов по шкале MSK 64 в районе расположения проектируемого объекта – опасная [6].

Землетрясение представляет собой подземные толчки и колебания земной поверхности. Наиболее опасные из них возникают из-за тектонических смещений и разрывов в земной коре или верхней части мантии Земли и несет в себе следующие опасности: вибрация почвы, сотрясение, появление трещин, провалов, нанесение урона зданиям и сооружениям, разрушение подземных коммуникаций. При подземной добыче дополнительно создается опасность

обрушения кровли в выработках, обвалы, трещины, провоцирование горных ударов [7].

-грозы

Это атмосферное явление, при котором внутри облаков или между облаком и земной поверхностью возникают электрические разряды — молнии, сопровождаемые громом. Как правило, гроза образуется в мощных кучево-дождевых облаках и связана ливневым дождём, градом и шквальным усилением ветра. Опасности, несущие в себе грозы – наличие молний которые в свою очередь могут разрушить линии электропередачи, здание, высокие трубы, вызвать огонь. Наличие сильных ветров опасности их описаны выше. [8]

Разлив дизельного топлива

Дизельное топливо – жидкий продукт, использующийся как топливо в дизельном двигателе внутреннего сгорания, это легковоспламеняющаяся или горючая жидкость. Температура вспышки около 35-61 °С. Температура самовоспламенения около +370 °С. Температурные пределы распространения пламени 58-108 °С.

Реакционная способность: при обычных условиях является химически стабильным соединением. При поджигании горит в атмосфере кислорода.

Воздействия на человека: по степени воздействия на организм человека дизтопливо относится к 4 классу опасности в соответствии с ГОСТ 12.1.007-76* «Вредные вещества». Предельно допустимая концентрация в воздухе рабочей зоны – 300 мг/м. Опасно при вдыхании и проглатывании. Пары вызывают раздражение слизистых оболочек и кожи. Вызывает головокружение, чувство опьянения, першение в горле, красноту, зуд кожи, красноту век. При пожаре и взрывах возможны ожоги и травмы [9, 10].

Таблица 2 – Список аварий на шахтах России

Год	Местоположение	Наименование предприятия	Причины	Количество пострадавших	
				Ранены	Погибли
1964	г. Копейск, Челябинская обл.	шахта «Капитальная»	взрыв метана		59
1992	г. Междуреченск, Кемеровская обл.	шахта «Шевякова»	взрыв метана и пожар		25
1993	г. Копейск, Челябинская обл.	шахта «Центральная»	возгорание конвейерной ленты и взрыв метана		28
1995	г. Березовский Кемеровская обл.	шахта «Первомайская»	взрыв метана		15
1997	г. Новокузнецк Кемеровская обл.	шахта «Зыряновская»	взрыв метана	33	67
1998	г. Воркута, Республика Коми	шахта «Центральная»	пожар, взрыв метана и угольной пыли	28	27
2000	г. Ленинск-Кузнецкий Кемеровская обл.	шахта «Комсомолец»	взрыв метана		12
2002	г. Воркута, Республика Коми	шахта «Воркутинская»	взрыв метана		5
2003	г. Прокопьевск Кемеровская обл.	шахта «Зиминка»	взрыв метана	10	12
2003	г. Новошахтинск Ростовская обл.	шахта «Западная-капитальная»	затопление выработок	1	1
2004	г. Осинники, Кемеровская обл.	шахта «Тайжина»	обрушение породы и взрыв метана	3	47
2004	г. Белово Кемеровская обл.	шахта «Листвяжная»	взрыв метана	23	13
2005	г. Новокузнецк Кемеровская обл.	шахта «Есаульская»	пожар и взрыв метана		25
2006	Читинская обл.	шахта «Центральная»	пожар	36	25
2007	г. Новокузнецк Кемеровская обл.	шахта «Ульяновская»	взрыв метана		110
2007	г. Новокузнецк Кемеровская обл.	шахта «Юбилейная»	взрыв метановоздушной смеси		39
2010	г. Междуреченск Кемеровская обл.	шахта «Распадская»	взрыв метановоздушной смеси		91
2013	г. Кисилевск Кемеровская обл.	шахта №7	обвал породы, взрыв метана		19
2016	г. Воркута, Республика Коми	шахта «Северная»	взрыв метана		36

Анализ ситуаций в отрасли позволяет сделать вывод, что почти все чрезвычайные ситуации, происходящие на угольных предприятиях, приводят к таким экологическим последствиям, как загрязнение подземных вод, нарушение недр, безвозвратные потери полезных ископаемых, повреждение основных фондов, нарушение флоры и фауны, сельскохозяйственных угодий и нанесение вреда здоровью населения. При оценке эколого-экономического ущерба последствий техногенных аварий, обусловленных потерей добычи, следует учитывать, что эти потери требуют компенсации, связанной с производством горнодобывающих работ, сопровождающихся нанесением экологического ущерба окружающей природной среде, оцениваемого как сумма ущерба от воздействия на экосистемы.

Тем не менее, самым опасным, разрушительным, причиняющим огромный ущерб человеческим, экономическим и экологическим ресурсам был и остается газ метан (химическая формула CH_4), и метановоздушная смесь.

Вывод: взрыв метановоздушной смеси является наиболее частой, опасной, разрушительной и несущей за собой большие человеческие жертвы причиной аварии.

Поэтому борьба с газом самая актуальная тема, и меры борьбы с газом разнообразны.

Ниже приведены методы борьбы с газом на территории РФ и за ее границей [4].

Таблица 3 – Методы борьбы с газом в угольных шахтах в России и других странах

Россия	Другие страны
устройства для перевода метана из воздушной среды угольных шахт в газогидратную форму с последующим его использованием в качестве топлива	активное использование метана как нетрадиционного экологически чистого источника энергии
изоляция источников газовой выделения от действующих выработок	гидроразрывы угля
обратный порядок отработки шахтного поля	комбинированная система дегазации
фланговая система проветривания	применение двустольных горизонтальных скважин в виде «V»
автоматическое поддержание постоянного давления рудничного воздуха	применение прямоточных и возвратных схем проветривания
разгрузочная отработка защитных пластов	применение дегазации направленными скважинами пробуренными из подземных выработок на всю длину столба
применение комбинированной схемы дегазации	применения длинных скважин большого (до 300–350мм) диаметра, бурение которых в целях сохранности устья скважин и увеличения срока их работы осуществляется из соседних с выемочным участком выработок.
нагнетание воды в пласты	предотвращение горных ударов
применение нагнетательной схемы проветривания	проведение мероприятий по предотвращению эндо/экзогенных пожаров
построение карт распределения напряжений в массиве	
предотвращение горных ударов	
проведение мероприятий по предотвращению эндо/экзогенных пожаров	

В целом, методы борьбы с газом в России и других странах схожи, но если в России большой упор делают на дегазацию угольного массива, то в других странах метан рассматривают как источник экологически чистого

альтернативного топлива, который можно использовать и в технологических процессах, и для решения бытовых вопросов, таких как обогрев домов при сжигании газа в котельных. Сейчас добыча метана составляет 7 %, но в планах в ближайшие пару лет довести эту цифру до уровня 26 %.

2 Характеристика объекта исследования

Общество с ограниченной ответственностью «Шахта «Усковская», зарегистрировано 08.07.2011 г. в Межрайонной инспекции ФНС № 4 по Кемеровской области. Приложение А.

По административному делению поле шахты «Усковская» Ерунаковского каменноугольного месторождения находится на территории Новокузнецкого района Кемеровской области. Ближайшие крупные промышленные центры города Прокопьевск и Новокузнецк – находятся в 40 и 60 км соответственно. Вблизи располагаются деревни Новостройка, Усково, Успенка, Казанково, Демьяновка и Ерунаково. Участок «Усковский» для подземного способа добычи каменного угля входит в состав поля шахты «Усковская» в пределах западной части Ерунаковского каменноугольного месторождения Ерунаковского геолого-экономического района Кузбасса. В 2005 году начато строительство железнодорожной ветки протяжённостью 18 км от промплощадки шахты «Усковская» до ближайшей железнодорожной станции «Казанковская». Поле шахты «Усковская» расположено в левобережье р. Томи, основной водной артерии района. Вблизи участка протекает р. Черновой Нарык с небольшими притоками (р. Лепёха, Крутой) и временными водотоками и логами, создающими расчлененный среднегорный рельеф с перепадами высот до 130–150 м. Земли принадлежат Новокузнецкому лесхозу и ОАО «Западно-Сибирский металлургический комбинат». Поверхность участка покрыта вторичной тайгой, представленной преимущественно березой, осиной и пихтой (леса третьей категории). Сельскохозяйственные угодья отсутствуют.

Горно-геологические, технические условия отработки месторождения ООО «Шахта «Усковская».

Участок расположен в западной части Ерунаковского месторождения.

Практически все пласты имеют сложное строение, исключение составляет только пласт 50, который характеризуется в основном простым строением.

Пласт 50 залегает на площади 285534 тыс.м². Полезная мощность его колеблется в пределах 1,85-3,55 м, составляя в среднем 2,76 м.

Породные прослои представлены в основном алевролитом, реже аргиллитом углистым или минерализованным. Мощность их – от 0,02 до 0,33 м, составляя в среднем 0,11 м. Все породы прослоев подвержены размоканию. В 95 % подсечений пласт имеет простое строение.

Пласт отрабатывается шахтой из подземных горных выработок. Максимальная глубина отработки – 250 м от дневной поверхности.

Согласно ГОСТу 25543-88 угли пластов отнесены к марке ГЖО, группе 1ГЖО, подгруппе 1ГЖОВ [11]. Угли пригодны для коксования и в качестве энергетического сырья. Средняя зольность углей изменяется от 5,5 до 8,1 %, пластовая от 5,7 до 21,5 %. Обогащаемость углей в основном легкая и средняя.

Водообильность зон не одинаковая, и зависит от литологического состава нарушенных пород. Гидрогеологические условия отработки угольных пластов ожидаются простыми.

Шахтные воды, пройдя очистные сооружения, сбрасываются в р. Лепеха.

Для очистки карьерных производственных и ливневых стоков предусматриваются очистные сооружения в следующем составе:

- отстойник;
- фильтрующая дамба;
- отстойник отфильтрованной воды;
- сбросной трубопровод очищенной воды.

Принятая схема очистки стоков позволяет снизить содержание загрязняющих веществ в сбрасываемых стоках до нормативных значений.

Также предусмотрен на территории основной промплощадки шахты склад горюче-смазочного материала (далее по тексту ГСМ). Склад ГСМ –

здание с размерами в плане 7,5х18,0 м, высотой 4,2 м, общей площадью 135 м², расположен на одной площадке с закрытым материальным складом. Функциональное назначение склада ГСМ – тарное хранение и складирование промышленных масел.

ГСМ хранятся в бочках стальных закатных с V=216,5 л. Бочки устанавливаются на стеллажи фронтального типа. Склад ГСМ рассчитан на хранение 200 бочек. В помещении предусмотрена емкость для аварийно пролитых ГСМ [12,13].

Шахта «Усковская» в настоящее время ведет отработку запасов пласта 50. Горнотехнические условия отработки пласта 50 следующие:

- по удароопасности – угрожаем с глубины 175 м от поверхности;
- по выбросоопасности – с глубины 300 м относится к угрожаемым.

Пласт 50 относится к категории склонных к самовозгоранию, инкубационный период самовозгорания угля составляет 55 суток.

Угольная пыль взрывоопасна, вмещающие породы силикозоопасны.

Нарушенность участка – незначительная.

Суфлярных выделений, выбросов газа, пород и угля за период разработки пласта 50 не отмечено.

- абсолютная газообильность 85,5 м³/мин;
- относительная газообильность 17,7 м³/т среднесуточной добычи;
- отнесен к склонным к самовозгоранию (время инкубационного периода 55 суток);

Проведенными геологоразведочными работами установлено, что по сложности геологического строения лицензионные участки слагающие поле шахты «Усковская» относятся к I группе сложности согласно «Классификации запасов и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых».

По степени разведанности и изученности участок является подготовленным для промышленного освоения.

На основании Постановления Правительства РФ от 19.09.1998 г. № 1115 «О порядке отнесения организаций к категориям по гражданской обороне» «Шахта «Усковская» является не категорированным по ГО объектом.

Проектные решения

Подготовка южного крыла предусматривается следующим образом. От центральных уклонов к южной границе шахтного поля предусматривается проведение конвейерного штрека 50-12 и южного осевого конвейерного штрека. Вдоль южной границы в западном направлении проводятся осевые вентиляционный и конвейерный уклоны, которые являются также и вскрывающими выработками. Вдоль южной границы в восточном направлении предусматривается пройти фланговый уклон юг и фланговый путевой уклон юг до действующих горных выработок в районе отработанной лавы 50-04.

Для освоения запасов южного крыла западной части от южного осевого конвейерного штрека вдоль нарушения «3» предусматривается проведение западных вентиляционного и конвейерного бремсбергов до западного флангового уклона, проходка которого предусматривается от путевого уклона юг. Западный фланговый уклон является вскрывающей выработкой.

Подготовка выемочных участков предусматривается проведением выемочных штреков спаренными забоями от центральных уклонов к фланговым, с оставлением межлавных целиков.

В целом подготовка пласта 50 как северного, так и южного крыла осложнена встречающимися непрогнозируемыми разрывными геологическими нарушениями, не отраженными в геологоразведочных материалах.

Устья вскрывающих выработок, пройденные по наносам, закреплены железобетонной крепью. Выработки, пройденные в зоне выветривания или влияния нарушений, закреплены податливой металлической арочной крепью с железобетонной затяжкой. Остальные выработки закреплены сталеполимерными анкерами.

Форма сечения выработок при анкерном креплении прямоугольная, при рамном или железобетонном креплении – арочная. Сечение участковых

штреков и разрезных печей принято 16,6 м², южного осевого конвейерного штрека – 17,1 м², уклонов и бремсбергов – 19,6 м², которое обеспечивает безремонтное поддержание выработок, размещение в них и нормальную эксплуатацию технологического оборудования, пропуск необходимого количества воздуха для проветривания горных работ.

Для пласта 50 ширина охранных целиков у капитальных выработок со стороны будущих выработанных пространств составляет от 48 до 58 м в зависимости от глубины ведения горных работ, размеры межлавных целиков составляют от 18 до 30 м.

Горное давление по интенсивности проявления относится к небольшой степени. В условиях небольшой интенсивности горного давления капитальные и подготовительные выработки, а также монтажные камеры и сопряжения на весь срок службы могут быть закреплены только одной анкерной крепью с закреплением по всей длине скважины. Установку анкеров в горных выработках предусматривается осуществлять с выпуском ложной кровли.

Не зависимо от глубины ведения горных работ, предусматривается применение анкерного крепления бортов выработок с перетяжкой металлической сеткой.

Выработки, проводимые вблизи и через зоны влияния геологических нарушений или через сами геологические нарушения, а также в зонах повышенной обводненности вмещающих пород, должны крепиться металлической рамной податливой крепью из СВП-22 или СВП-27.

Параметры крепления на основании горно-геологического прогноза на каждую горную выработку должны быть рассчитаны в паспортах на проведение и крепление горных выработок инженерно-технической службой шахты, по необходимости с привлечением специализированных организаций. Паспорта до начала проведения горных выработок должны быть согласованы в установленном порядке.

Система разработки

Система разработки принята длинными столбами по падению-восстанию с полным обрушением кровли и оставлением межлавных целиков. Длина выемочных столбов в южном крыле от 215 до 2070 м (вынимаемая часть), в северном крыле шахты от 255 до 1670 м (вынимаемая часть). Длина лав по падению пласта принимается от 80 до 300 м. Вынимаемая мощность выемочных участков составит в среднем – 2,9 м.

Очистную выемку в лавах предусматривается осуществлять существующим механизированным комплексом, в состав которого входит оборудование импортного производства. Перемещение очистного комбайна 4LS-22 фирмы "JOY" вдоль линии очистного забоя осуществляется по реечному ставу, смонтированному на лавном конвейере "RYBNIK 950", ширина захвата комбайна – 0,8 м, диаметр шнеков – 1,8 м. Схема работы комбайна в лаве – односторонняя с зачисткой [14].

3 Сценарии развития аварийных ситуаций на объекте исследования с указанием основных причин их возникновения

Количественная оценка рисков определяет вероятность возникновения рисков и влияние последствий рисков на любое принятое решение, что помогает главным специалистам управления шахты верно принимать решения и избегать неопределенностей.

Количественная оценка рисков позволяет определять:

- вероятность достижения конечной цели проекта;
- степень воздействия риска на проект и объемы непредвиденных затрат и материалов, которые могут понадобиться;
- риски, требующие скорейшего реагирования и большего внимания, а также влияние их последствий на проект;
- фактические затраты, предполагаемые сроки окончания.

Количественная оценка рисков часто сопровождает качественную оценку и также требует процесс идентификации рисков. Количественная и количественная оценка рисков могут использоваться по отдельности или вместе, в зависимости от располагаемого времени и бюджета [15].

Развитие аварийных ситуаций на ООО «Шахта «Усковская» может развиваться по следующим, наиболее опасным сценариям.

3.1 Сценарий развития ЧС, связанной с проливом дизтоплива при транспортировании по территории существующей основной промплощадки

Возникновение ЧС данного типа возможно при нарушении герметичности цистерны топливозаправщика, перевозящего дизтопливо для заправки горнотранспортной техники (бульдозеры, погрузчики), в результате дорожно-транспортного происшествия.

Основной поражающий фактор при проливе дизтоплива – поражение тепловым излучением горения пролива топлива.

В качестве расчетного варианта аварийного выброса ЛВЖ выбран наиболее неблагоприятный случай, связанный с полным разрушением единичной емкости с дизтопливом.

Исходные данные и ограничения при определении сценария развития ЧС:

- разрушения автоцистерны топливозаправщика $V=15,0 \text{ м}^3$ с дизтопливом на территории основной промплощадки, по наихудшему варианту, прогнозируются как полные разрушения;
- сценарии развития ЧС рассматриваются, по наихудшему варианту, по максимальному объему емкостей;
- агрегатное состояние дизтоплива в емкости – жидкость при давлении, близком к атмосферному.

Основным поражающим фактором аварийных выбросов дизтоплива является термическое воздействие пожара при возгорании разлива топлива.

Воспламенение разлившегося топлива возможно при наличии внешнего источника зажигания. Такими источниками могут быть: замыкание электропроводки, разряд статического электричества, образование искры от удара металлических предметов, инициирование открытым огнем, а также аварии на трассах энергоснабжения.

Оценка количества опасного вещества, участвующего в ЧС.

При реализации ЧС масса нефтепродукта, поступившего в окружающее пространство при полной разгерметизации емкости (m , кг), определяется по формуле:

$$m = V \cdot \rho \cdot a, \quad (1)$$

где V – объем емкости, м^3 ;

ρ – плотность нефтепродукта, кг/м^3 ;

a – коэффициент заполнения емкости.

Согласно "Методике определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах" при проливе на неограниченную поверхность площадь пролива S (м^2) жидкости определяется [16].

$$S=f \cdot V, \quad (2)$$

где f – коэффициент разлития, м^{-1} (при отсутствии данных допускается принимать 5 м^{-1} при проливе на не спланированную грунтовую поверхность, 20 м^{-1} при проливе на спланированное грунтовое покрытие, 150 м^{-1} при проливе на бетонное или асфальтовое покрытие);

V – объем жидкости, поступившей в окружающее пространство при разгерметизации емкости, м^3 .

Допущения и ограничения при оценке количества опасного вещества, участвующего в сценарии:

- в расчетах количества опасного вещества, участвующего в ЧС и участвующего в создании поражающих факторов (тепловое излучение горения пролива), учитывается объем выброса, равный объему емкости с учетом степени заполнения;

- толщина слоя разлившегося дизтоплива принимается равной $0,05 \text{ м}$ ($f_p=20 \text{ м}^{-1}$) по всей площади разлива.

Исходные данные:

- | | |
|------------------------------------|-------------------------------|
| - объем цистерны топливозаправщика | $V = 15,0 \text{ м}^3$; |
| - коэффициент заполнения емкости | $a = 0,95$; |
| - плотность дизтоплива | $\rho = 820 \text{ кг/м}^3$. |

Результаты расчетов массы дизтоплива, участвующего в ЧС и в создании поражающих факторов, представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Расчет массы дизтоплива участвующего в ЧС

Площадь разлива, м ²	Масса дизтоплива, участвующего в ЧС, кг	Масса дизтоплива, участвующего в создании поражающих факторов, кг
285	11685	11685

При разработке сценария аварийной ситуации связанной с проливом дизтоплива при транспортировании его по территории основной промплощадке было построено «дерево отказов» и «дерево событий» – рисунок 2,3.

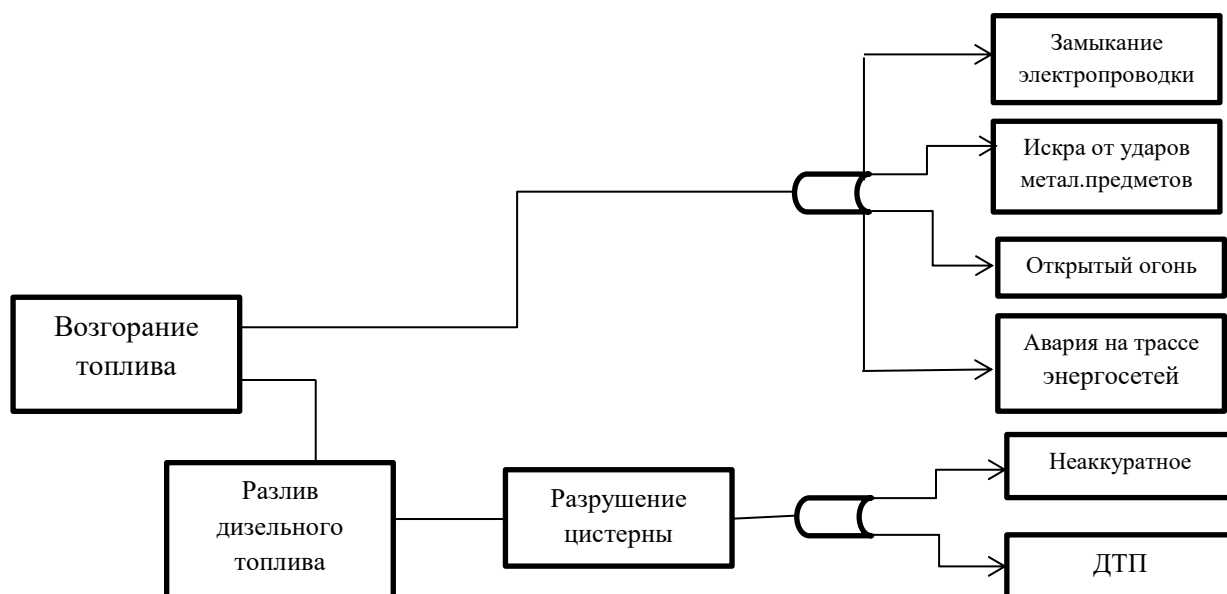


Рисунок 2 - «Дерево отказов» при проливе дизтоплива

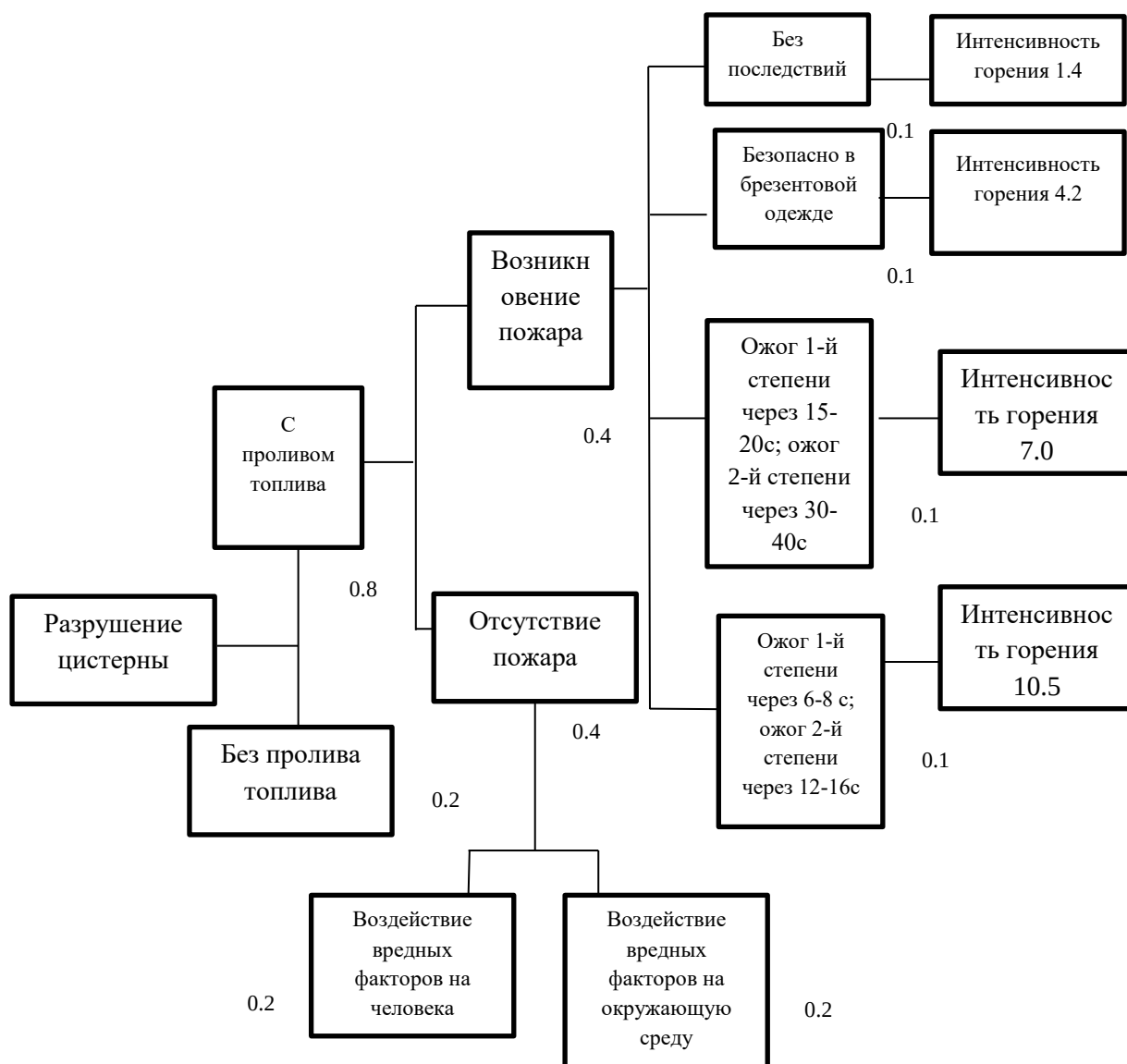


Рисунок 3 - «Дерево событий» при проливе дизтоплива

3.2 Сценарий развития ЧС, связанной с попаданием молнии в наземный объект

Возникновение ЧС данного типа возможно при совпадении двух событий: попадание молнии в наземный объект и неисправности устройств молниезащиты (заземления) в этот момент.

Основные поражающие факторы при ударе молний – занос высокого потенциала в здание, воздействие на строительные объекты, наружные установки и технологическое оборудование электромагнитной и

электростатической индукции. Практически всегда такие явления приводят к пожарам и значительному материальному ущербу, реже к травмированию током молнии и человеческим жертвам.

Для проектируемого объекта прямой удар молнии возможен в здания, сооружения и инженерное оборудование, расположенные на проектируемых площадках шахты.

В качестве расчетного варианта событий выбран просчет возможной вероятности попадания молнии в наземный объект при неисправности устройства молниезащиты.

Воздействие грозовых проявлений на здания, сооружения и инженерное оборудование имеют следующие последствия: термические (оплавления, нагрев, искрения, воспламенения), механические (раскол, откол, отщепление, разрушение, обрушение), электродинамические (возникновение индукционного тока), электромагнитные (возникновение электромагнитной индукции), электрохимические (химические реакции в проводниках при прохождении по ним тока молнии), электростатические (возникновение электрических зарядов в диэлектрике). При просчете возможной вероятности попадания молнии в наземный объект при неисправности устройства молниезащиты были построены «дерево отказов» и «дерево событий» – рисунок 4, 5.

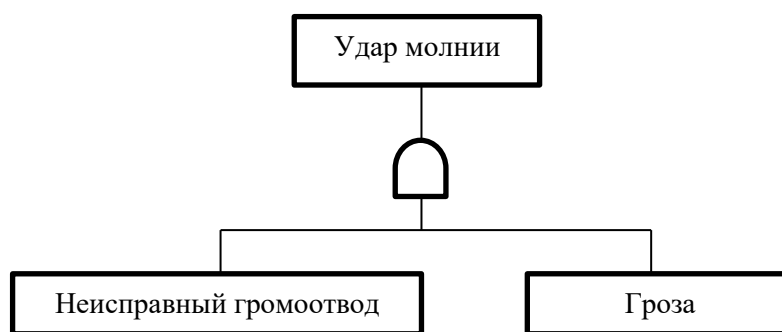


Рисунок 4 - «Дерево отказов» при возможном попадании молнии в наземный объект

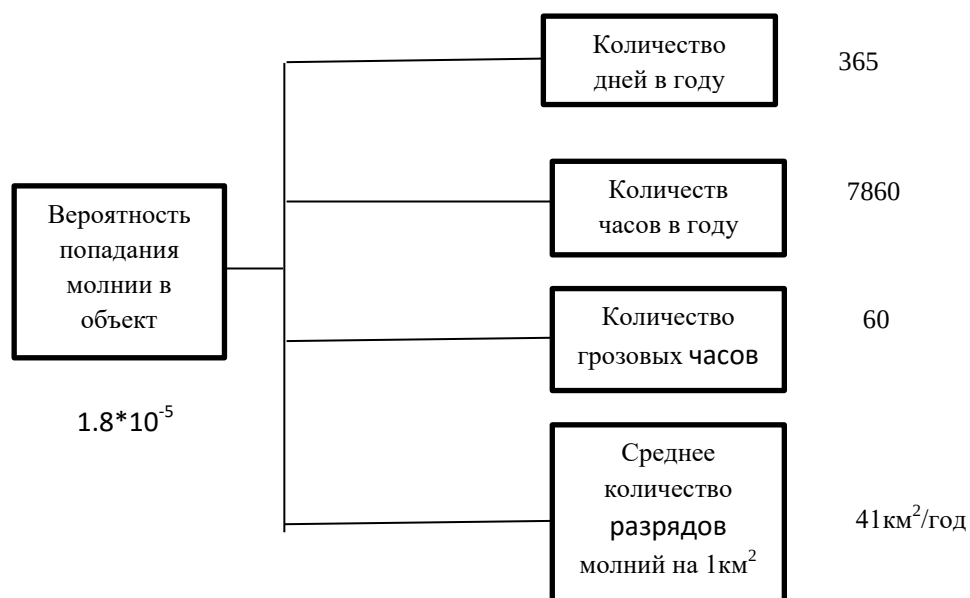


Рисунок 5 - «Дерево событий» при возможном попадании молнии в наземный объект

3.3 Сценарий развития ЧС, связанной со взрывом смеси газа метана, угольной пыли и рудничного воздуха в горных выработках конвейерного штрека 50-12 и Южном осевом вентиляционном штреке

На ООО «Шахта «Усковская» пройдены следующие подземные горные выработки, в которых возможны ЧС в результате возникновения взрывоопасных концентраций метановоздушной смеси и угольной пыли:

- конвейерный штрек 50-12;
- южный осевой вентиляционный штрек;
- газодренажный уклон Юг;
- фланговый уклон Юг.

Расчёты по определению зон действия основного поражающего фактора выполнены согласно следующим методикам:

- ГОСТ Р 12.3.047-98 «Пожарная безопасность технологических процессов»;

- СП 12.13130.2009 «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности».

Исходные данные:

- | | |
|----------------------------------|--|
| - концентрация метана | $\text{CH}_4=9 \%$; |
| - теплота сгорания угольной пыли | $H_T=34,7 \text{ МДж/кг}$; |
| - плотность воздуха | $\rho_v= 1,29 \text{ кг/м}^3$; |
| - теплоемкость воздуха | $C_p = 1010 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{K)}$ |
| - доля участия пыли во взрыве | $Z = 0,5$; |
| - начальное атмосферное давление | $P_0 = 101 \text{ кПа}$; |
| - расчетная температура воздуха | $t = 20 \text{ }^\circ\text{C} (293,15 \text{ K})$; |
| - коэффициент | $K_H = 3$. |

Определение типовых сценариев развития ЧС.

К основным опасным технологическим операциям технологического процесса по повышению метанообильности, пылеобразованию и пылевыведению относятся добыча, транспортировка, перегрузка отбитой массы угля, а так же бурение шпуров для крепления кровли и бортов, подвески монорельсовой дороги.

Взрывы метановоздушной смеси и угольной пыли могут происходить при трех обязательных условиях: повышенной концентрации метана, достаточного объема взвешенной или осевшей пылевоздушной смеси и источника воспламенения достаточной мощности.

Процессы проведения подготовительных выработок, бурения шпуров, транспортировки и погрузки отбитой массы угля связаны с появлением в рудничной атмосфере пыли, оседание ее и накапливание на полу, других поверхностях помещения и оборудования. Это приводит к образованию взрывоопасных концентраций смеси метана, кислорода и пыли, взрыв которой вызывает разрушения. В отличие от газовых смесей образование взрывоопасного облака пыли в выработке может происходить в процессе самого горения. Взрыву в большинстве случаев предшествуют локальные

микровзрывы (хлопки), что вызывает встряхивание пыли, осевшей на почве, бортах, кровле выработки, а так же на оборудовании, располагаемом в забое.

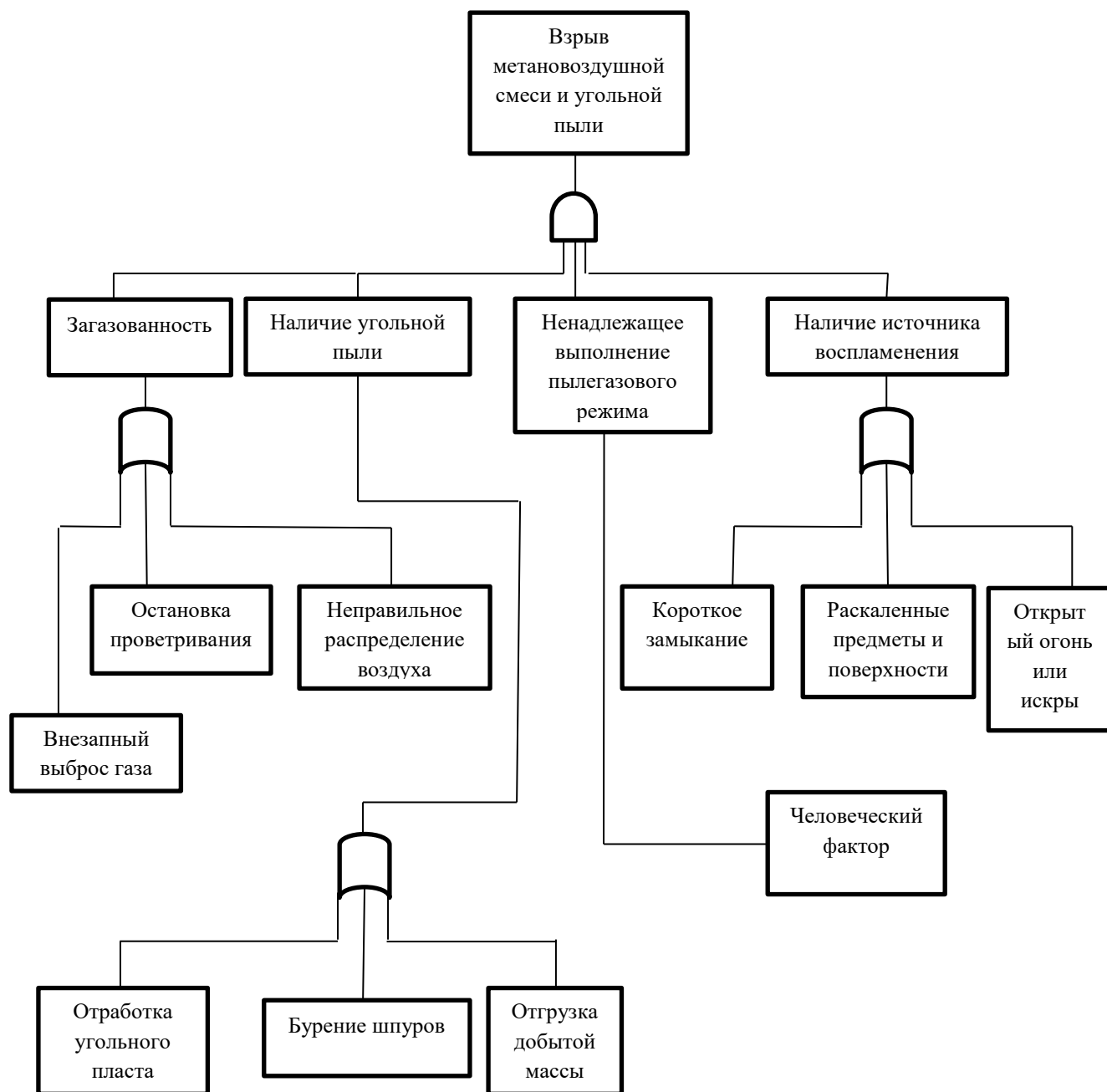


Рисунок 6 - «Дерево отказов» при взрыве метановоздушной смеси и угольной пыли

Газо-пылевоздушная смесь может занять частично или полностью весь объем выработки. Затем этот объем газо-пылевоздушной смеси заменяется расчетной сферой, радиус которой определяется с учетом объема выработки, типа и массы опасной смеси.

Источником зажигания может послужить открытое пламя (газовое пламя), искры (электрические искры от короткого замыкания, фрикционное искрение от контакта с породой бурового или врубового инструмента), нагретые и раскаленные предметы и поверхности и т.д.

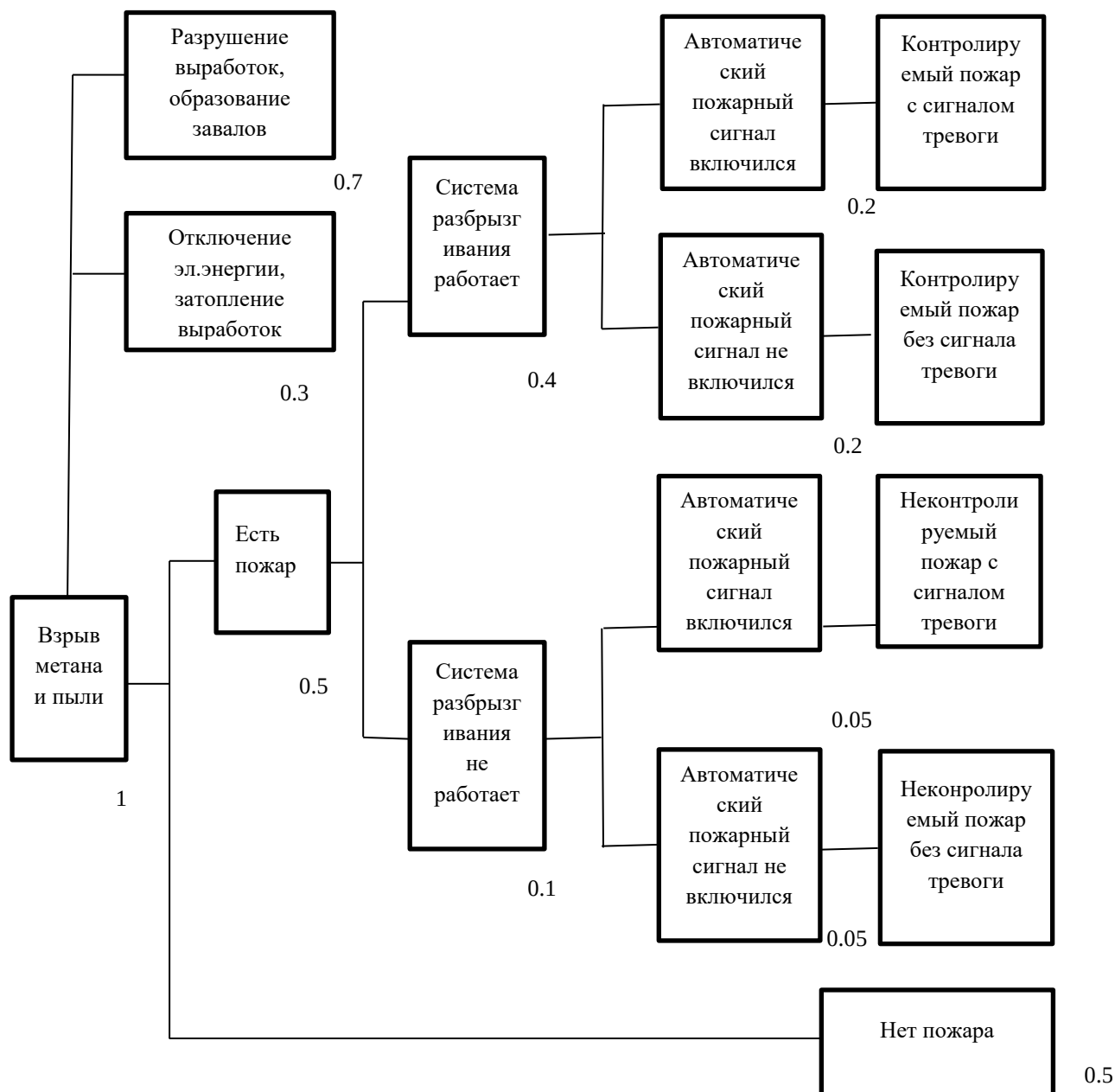


Рисунок 7 - «Дерево событий» при взрыве метановоздушной смеси и угольной пыли

Также возникновение аварии связанной со взрывом возможно при ненадлежащем выполнении пылегазового режима.

Основным поражающим фактором при взрыве является воздействие избыточного давления ударной волны.

Учитывая выше изложенное, выделяется следующий сценарий развития ЧС: появление в рудничной атмосфере превышений концентрации метана, угольной пыли взрывоопасной концентрации → появление источника воспламенения (нарушение норм промышленной безопасности, короткое замыкание и др.) → детонация, взрыв пыли → разрушение (повреждение) выработки, элементов крепи [25].

При разработке сценария аварийной ситуации связанной со взрывом смеси газа метана, угольной пыли и рудничного воздуха в горных выработках конвейерного штрека 50-12 и Южном осевом вентиляционном штреке были построены «дерево отказов» и «дерево событий» – рисунок 6, 7.

4 Расчет вероятных зон действия поражающих факторов

4.1 Расчет вероятных зон действия поражающих факторов при сценарии развития ЧС, связанной с проливом дизтоплива при транспортировании по территории существующей основной промплощадки

Прогнозирование последствий возгорания проливов дизтоплива проводится в соответствии с приложением 3 «Методика определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах (приложение к Приказу МЧС РФ № 404 от 10.07.2009 «Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах», с учетом изменений, вносимые Приказом МЧС России от 14.12.2010 № 649)» [16].

Интенсивность теплового излучения горения пролива нефтепродукта q , кВт/м², рассчитывается по формуле:

$$q = E_f \cdot F_q \cdot \tau, \quad (3)$$

где E_f – среднеповерхностная плотность теплового излучения пламени, кВт/м²;

F_q – угловой коэффициент облученности;

τ – коэффициент пропускания атмосферы.

Угловой коэффициент облученности F_q определяется по формуле:

$$F_q = \sqrt{F_V^2 + F_H^2}, \quad (4)$$

где F_V , F_H – факторы облученности для вертикальной и горизонтальной площадок соответственно, определяемые для площадок, расположенных в 90° секторе в направлении наклона пламени.

Эффективный диаметр d (м) пролива определяется по формуле:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot S}{\pi}}, \quad (5)$$

где S – площадь пролива м^2

Длина пламени L (м) определяется по формуле:

$$\text{при } u \geq 1 \quad L = 55 * d * \left(\frac{m'}{\rho_a * \sqrt{g * d}} \right)^{0,67} * u^{0,21} \quad (6)$$

$$\text{при } u \leq 1 \quad L = 42 * d * \left(\frac{m'}{\rho_a * \sqrt{g * d}} \right)^{0,61} \quad (7)$$

$$\text{где} \quad u = \frac{w_o}{\sqrt[3]{\frac{m * g * d}{\rho_{\Pi}}}} \quad (8)$$

m – удельная массовая скорость выгорания топлива, $\text{кг}/(\text{м}^2 \text{ с})$;

ρ_a – плотность окружающего воздуха, равная $1,2 \text{ кг}/\text{м}^3$;

ρ_{Π} – плотность насыщенных паров топлива при температуре кипения, $\text{кг}/\text{м}^3$;

w_o – скорость ветра, $\text{м}/\text{с}$;

g – ускорение свободного падения ($9,81 \text{ м}/\text{с}^2$).

Плотность насыщенных паров топлива при температуре кипения вычисляется по формуле:

$$\rho_{\Pi} = \frac{M}{V_o(1+0.00367t_p)}, \quad (9)$$

где M – молярная масса топлива, $\text{кг}/\text{кмоль}$;

V_o – мольный объем, равный $22,413 \text{ м}^3/\text{кмоль}$;

t_p – расчетная температура кипения топлива, $^{\circ}\text{C}$.

Угол отклонения пламени от вертикали под действием ветра ($\cos \theta$) рассчитывается по формуле:

$$\cos \theta = \begin{cases} 1, & \text{при } u < 1 \\ u^{-0.5} & \text{при } u \geq 1 \end{cases} \quad (10)$$

Предельно допустимая интенсивность теплового излучения при горении проливов нефти и нефтепродуктов для различных степеней поражения человека определяется [11, 15].

Таблица 5 – Интенсивность теплового излучения и его влияние на организм человека

Степень поражения	Интенсивность
Без негативных последствий в течении длительного времени	1,4
Безопасно для человека в брезентовой одежде	4,2
Непереносимая боль через 20-30 с; ожог 1-й степени через 15-20 с; ожог 2-й степени через 30-40 с; воспламенение хлопка – волокна через 15 мин	7,0
Непереносимая боль через 3-5 с; ожог 1-й степени через 6-8 с; ожог 2-й степени через 12-16 с	10,5

Таблица 6 – Результаты расчетов

Показатель	Значение
Масса дизтоплива, участвующего в ЧС	11,7 т
объем	14,25 м ³
площадь разлива	285 м ²
Среднеповерхностная плотность теплового излучения E_f	32 кВт/м ²
массовая скорость выгорания топлива V_{Γ}	0,04 кг/м ²
эффективный диаметр пролива d	19,1 м
длина пламени L	22,9 м

Таблица 7 – Границы зоны поражений человека при возгорании пролива

Центр пожара	Зона воздействия поражающего фактора
R = 30 м;	непереносимая боль через 3-5 с, ожог 1-й степени через 6-8 с, ожог 2-й степени через 12-16 с
R= 35 м;	непереносимая боль через 20-30 с, ожог 1-й степени через 15-20 с, ожог 2-й степени через 30-40 с, воспламенение хлопка-волокна через 15 мин
R= 42 м;	безопасно для человека в брезентовой одежде
R= 61 м.	без негативных последствий в течение длительного времени

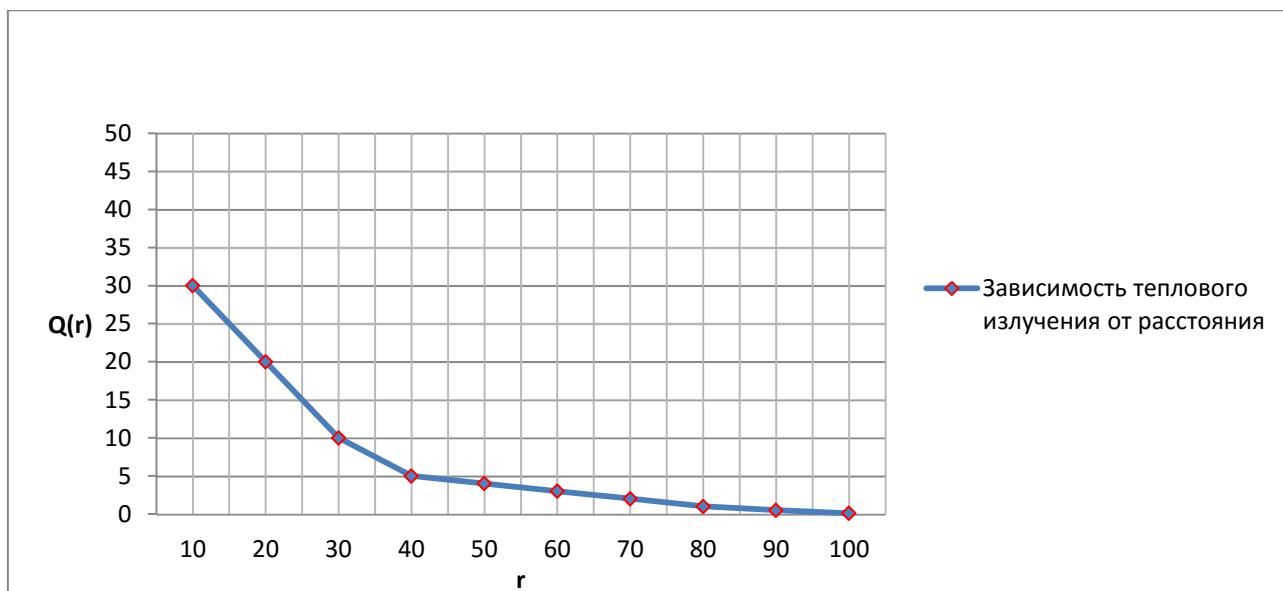


Рисунок 8 - График зависимости интенсивности теплового излучения от расстояния от центра пролива

Вывод: при ЧС, связанных с возгоранием пролива дизтоплива в результате разрушения цистерны топливозаправщика при транспортировании по существующей основной промплощадке, в зоны поражения тепловым излучением возгорания пролива дизтоплива попадает персонал, осуществляющий трудовую деятельность на данной площадке, и технологическое оборудование, используемое в производстве; другие структурные подразделения (промплощадки) шахты «Усковская» в зоны поражения тепловым излучением при аварийных возгораниях дизтоплива на основной промплощадке не попадают.

Зоны воздействия теплового излучения на человека горения пролива дизтоплива, при ЧС на территории основной промплощадки при разгерметизации цистерны топливозаправщика, показаны в Приложении Б [15–17].

4.2 Расчет возникновения ЧС, связанной с попаданием молнии в наземный объект

Для проектируемого объекта прямой удар молнии возможен в здания, сооружения, расположенные на проектируемых площадках шахты. Аварийная ситуация при этом возможна при совпадении двух событий: попадание молнии в наземный объект и неисправности устройств молниезащиты (заземления) в этот момент. Вероятность аварийной ситуации может быть вычислена по формуле:

$$P_a = P_r \cdot P_{\text{нм}}, \quad (11)$$

где P_r – вероятность попадания молнии в объект;

$P_{\text{нм}}$ – вероятность отказа молниезащиты (заземления), принимается 0,01.

Вероятность P_r можно рассчитать по формуле:

$$P_r = \frac{n}{N} \cdot K \cdot S, \quad (12)$$

где n – максимальное число грозových часов в году, для данного района $n=60$;

N – количество часов в году, $N = 365 \cdot 24 = 8760$ ч;

K – среднее количество разрядов молний на 1 км^2 , для рассматриваемого района $k = 41 \text{ км}^2/\text{год}$ (РД 34.21.122-87);

S – площадь участка, на котором размещаются наземные объекты; $S=0,0648 \text{ км}^2$ (площадка осевых уклонов).

Вероятность аварийной ситуации при грозovém проявлении на территории проектируемой площадки осевых уклонов шахты «Усковская»: [18,19]

$$P_a = 60 \cdot 4 \cdot 0,0648 \cdot 0,01 / 8760 = 1,8 \cdot 10^{-5} \text{ 1/год.}$$

4.3 Сценарий развития ЧС, связанной со взрывом смеси газа метана, угольной пыли и рудничного воздуха в горных выработках конвейерного штрека 50-12 и Южном осевом вентиляционном штреке

Подземные выработки конвейерного штрека 50-12 и Южного осевого вентиляционного штрека в связи с удаленностью больше подвержены взрывопожароопасным процессам. В среднем забой тупиковых выработок находится на отм. + 88 м с глубиной залегания 172 м., сечением в среднем $17,1 \text{ м}^2$, и удаленностью в среднем от основных уклонов на 3427 м.

Оценка количества опасного вещества, участвующего в ЧС.

Масса угольной пыли взрывоопасной концентрации в выработке определяется по формуле:

$$m = V_{\text{СВ}} \cdot \delta, \quad (13)$$

где δ – нижний (верхний) концентрационный предел взрываемости угольной пыли в воздухе;

$V_{\text{СВ}}$ – свободный объем помещения, м^3 ; определяется $V_{\text{СВ}} = 0,8 V_{\text{п}}$

($V_{\text{п}}$ – общий объем помещения, м^3);

Допущения и ограничения при оценке количества опасного вещества, участвующего в сценарии: масса угольной в выработке оценивается при нижнем концентрационном пределе взрываемости.

Исходные данные:

- нижний предел взрываемости отложившейся угольной пыли $\delta = 23 \text{ г/м}^3$.

Результаты расчетов массы угольной пыли, участвующей в ЧС и в создании поражающих факторов, представлены в таблице 8.

Таблица 8 – Результаты расчетов массы угольной пыли участвующей в ЧС

Наименование объекта	Общий объем, м ³	Масса угольной пыли, кг
Конвейерный штрек 50-12	16,6	30,5
Южный осевой вентиляционный штрек	17,7	32,5

Степени разрушения зданий от избыточного давления при взрывах газо-, паро- или пылевоздушных смесей в помещениях представлены в таблице 9 [17].

Таблица 9 – Степени разрушения зданий от избыточного давления

Степень поражения	Избыточное давление ΔP , кПа
Полное разрушение зданий	100
50%-ное разрушение зданий	53
Средние повреждения зданий	28
Умеренные повреждения зданий	12
Малые повреждения зданий (разбита часть остекления)	3

Допущения и ограничения при оценке избыточного давления ударной волны:

- избыточное давление оценивается при нижнем концентрационном пределе взрываемости пыли в выработке;
- за расчетную температуру воздуха принимается температура воздуха рабочего процесса.

Исходные данные:

- теплота сгорания угольной пыли $H_T = 34,7$ МДж/кг;
- плотность воздуха $\rho_v = 1,29$ кг/м³;
- теплоемкость воздуха $C_p = 1010$ Дж/(кг*К)
- доля участия пыли во взрыве $Z = 0,5$;
- начальное атмосферное давление $P_0 = 101$ кПа;
- расчетная температура воздуха $t = 20^\circ\text{C}$ (293,15 К);
- коэффициент $K_H = 3$.

Результаты расчетов показателей избыточного давления ударной волны взрыва метановоздушной смеси и угольной пыли в выработке, представлены в таблице 10.

Таблица 10 – Результаты расчетов показателей избыточного давления ударной волны взрыва угольной пыли

Наименование объекта	Общий объем, м ³	Масса угольной пыли, кг	Избыточное давление ударной волны, кПа	Объем разрушений, м
Конвейерный штрек 50-12	16,6	30,5	41,3	200
Южный осевой вентиляционный штрек	17,7	32,5	40,8	0

Вывод: На основании проведенных расчетов таблицы 10, используя экспериментальные данные таблицы 9, можно проанализировать степень разрушения подземных выработок на шахте при возможном взрыве метановоздушной смеси угольной пыли.

1. При возможном взрыве угольной пыли в выработке избыточное давление ударной волны приведет к сильному (50 %-ному) разрушению выработки, в том числе крепи бортов и кровли выработок.

2. При возможном взрыве метановоздушной смеси и угольной пыли в выработке на отметке +88,0 м произойдет сильное разрушение конвейерного штрека 50-12, т.к. в это время там будет находится расчетное звено предусмотренное «Паспортом проведения выработок» 6 человек находящихся непосредственно в забое тупиковой выработки погибнут, 4 человек могут получить различные травмы, шахта в целом может получить средние разрушения.

Сильное разрушение шахты – разрушение большей части элементов крепи, разрушение вентиляционных трубопроводов, противопожарных трубопроводов, водоотлива и перемычек. При этом могут сохраняться наиболее

прочные элементы крепления, частично борта и кровля выработок и выработки, пройденные в северном поле, а также вышележащие. При сильном разрушении образуется завал. Восстановление возможно с использованием сохранившихся частей и конструктивных элементов.

Среднее разрушение выработки – разрушение меньшей части элементов крепи. Большая часть элементов крепи сохраняется и лишь частично деформируется. Может сохраняться часть ограждающих конструкций, однако при этом второстепенные и несущие конструкции могут быть частично разрушены. Выработки выходят из строя, но могут быть восстановлены силами шахты после разгазирования и нормализации рудничной атмосферы [20,21].

5 Анализ состояния противоаварийной защиты (ПАЗ) шахты

Противоаварийная защита шахты достигается благодаря организованному взаимодействию современного оборудования и человеческого ресурса в лице горного диспетчера шахты. Применяемый информационно-управляющий «КОМПЛЕКТ» обслуживают участки энерго-механической и механической службы, поддерживают их работоспособность, оперативно устраняют возникшие неполадки систем. Горный диспетчер на мониторах наземных частей комплекта в оперативном режиме контролирует ситуацию и в случае превышения концентрации на каком либо участке может оперативно принять решение на исправление ситуации. Все показатели за сутки сводятся в один график и представляются директору. Из суточных графиков складывается месячный мониторинг, по результатам которого сдается отчет вышестоящему руководству.

Для реализации решения задач автоматизированной системы управления технологическими процессами (АСУТП) и оперативного диспетчерского управления (ОДУ) на шахте «Усковская», проектной документацией предусматривается применение информационно-управляющего "КОМПЛЕКТа" включающего в себя:

- автоматизированную систему диспетчерского контроля и управления горным предприятием АСКУ «Davis Derby»;
- систему автоматизированного управления и контроля главными вентиляторными установками ВЦ – 15 «САУ – НВУ»;
- аппаратуру контроля и управления воздухонагревательной и газоотсасывающей установкой «САУ – НВУ»;
- систему автоматического управления и контроля противопожарными насосами «ЦКВ»;
- автоматизированную систему управления конвейерами и конвейерными линиями «АСКУ-ТО»;

- аппаратуру автоматизации водоотливными установками АСКУ «Davis Derby»;
- аппаратуру управления энергоснабжением и учётом электроэнергии на базе системы АСОДУ «Энерго»;
- систему производственно-технологической связи и аварийного оповещения, «Коралл РЕхI», «FlexCom», «Сокол»;
- комплекс аварийного оповещения и селективного вызова «Flexcom»;
- систему позиционирования горнорабочих и транспорта «Insite»;
- систему поиска людей, застигнутых аварией «Helian»;
- аппаратуру контроля поступления воздуха в тупиковые выработки АСКУ «Davis Derby»;
- систему контроля и управления дегазационными установками - АСУ ДУ, Lennetal;
- систему контроля параметров дегазационных и газоотсасывающих сетей – «КРУГ»;
- аппаратуру управления энергоснабжением и учётом электроэнергии АСУ Деконт-Энерго для ПС 110/6 кВ «Ульяновская».

Комплект аппаратуры обеспечивает реализацию следующих функций:

- автоматический газовый контроль (АГК);
- автоматическую газовую защиту (АГЗ);
- автоматическое управление проветриванием тупиковых выработок;
- телесигнализацию (ТС) и телеизмерение (ТИ) различных контролируемых параметров шахтной атмосферы и микроклимата и состояния технологического оборудования;
- телеуправление (ТУ) основным и вспомогательным технологическим оборудованием;
- контроль за состоянием технологического оборудования и состоянием системы электроснабжения;
- местное и централизованное диспетчерско-ручное управление, автоматизированный и автоматический контроль за основным и

вспомогательным оборудованием шахты, системами вентиляции, электроснабжения;

- обеспечение производственно-технологической связи на предприятии.

Проектом охватываются следующие участки контроля:

- лава.
- подготовительные забои.
- общие шахтные выработки.

Схематично информационно – управляющий «Комплект» представлен на Приложении В.

Вывод: технически ООО «Шахта «Усковская» защищена от всевозможных чрезвычайных ситуаций, авария или инцидент возможны только в результате выхода из строя какой либо системы или под влиянием человеческого фактора либо под влиянием непреодолимых сил [22-25].

6 Предложения по реализации мер, направленных на уменьшение риска аварий

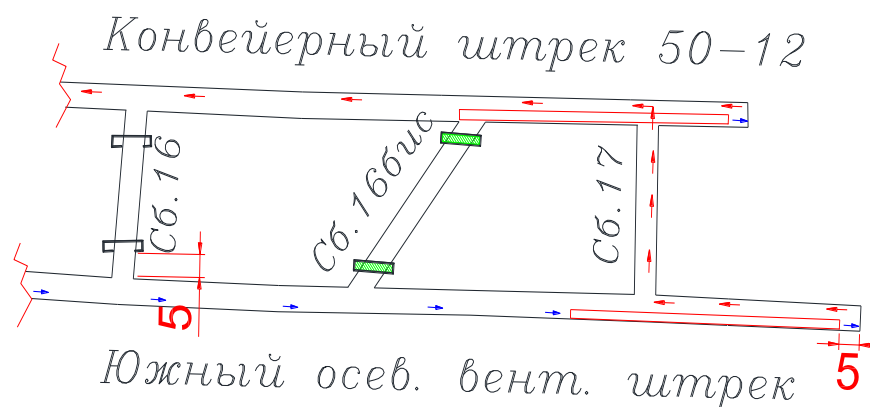
ООО «Шахта «Усковская» ранее известная как ОАО «Шахта «Ульяновская» в 2007 году пополнила статистику взрывов в угольных шахтах Кузбасса. В результате взрыва погибло 110 человек.

Главная задача – не допустить повторения событий тех лет.

Как указывалось выше, шахта вскрыта тремя уклонами на всю длину шахтного поля. Способ проветривания – нагнетательный. Ситуация на данный момент складывается следующая.

По схеме горных выработок видно, что воздухоподающие выработки это горнокапитальные вскрывающие выработки путевого уклона «Юг» и путевого уклона «Север». Тупиковые выработки конвейерного штрека 50-12 и Южного осевого вентиляционного штрека самые отдаленные. От горнокапитальной выработки путевого уклона «Север» удаленность конвейерного штрека 50-12 составляет 3500 м, удаленность Южного осевого вентиляционного штрека – 3355 м. Для того чтобы проветрить тупиковую выработку, установлен вентилятор местного проветривания ВМЭ-8. Согласно записки к вентиляционному плану ООО «Шахта «Усковская» вентилятор устанавливается по правому борту горной выработки с отставанием от забоя не более 5 метров [3].

Такая удаленность забоев от главного вентилятора проветривания допускает утечки воздуха через перемычки, а также в расширениях сечений выработок, полученных в результате несоблюдения паспорта проведения выработок и встреченных нарушениях.



- вентиляционный трубопровод

- свежая струя

- исходящая струя

Рисунок 9 - Схема проветривания тупиковой выработки

В результате на промежуток от капитальной выработки путевого уклона «Север» до места установки вентилятора местного проветривания приходит меньший объем воздуха. Данный факт был выявлен при замерах количества воздуха горными мастерами службы вентиляционной техники безопасности таким устройством как «Сигнал – 2». Недостаток свежего воздуха в горных выработках ведет к таким последствиям, как:

- нарушение параметров микроклимата, т.к. недостаток кислорода в первую очередь влияет на людей, в рабочей зоне становится душно;
- повышение риска загазования выработки;
- повышение запыленности атмосферного воздуха;
- появление вероятности нагрева какой-либо поверхности и т.д.

Проектным решением шахты предполагается сбитие осевого конвейерного штрека и осевого вентиляционного штрека с выработками Южного осевого вентиляционного штрека и конвейерного штрека 50-12 для восстановления безопасной рудничной атмосферы.

По схеме также видно, что пройдено только 210 м осевых вентиляционного и конвейерного штреков. Итого до момента сбития необходимо пройти выработок:

- южный осевой вентиляционный штрек – 300 м;
- конвейерный штрек 50-12 – 122 м;
- осевой вентиляционный штрек – 733 м;
- осевой конвейерный штрек – 730 м;
- всего сбоек – 165 м.

Общее количество метров – 2050 м.

Из них по углю будет пройдено – 1768 м.

По породе – 282 м. [26].

Средняя скорость продвижения в сутки по углю – 9 м/сут., по породе 3 м/сут., тогда:

$$D_{\text{прох.уг}} = \frac{M_{\text{общ}}}{M_{\text{ср.сут}}} = \frac{1768}{9} = 196.4 \text{ дней} \quad (14)$$

$$D_{\text{прох.пор}} = \frac{M_{\text{общ}}}{M_{\text{ср.сут}}} = \frac{282}{3} = 94 \text{ дня}, \quad (15)$$

Для проходки данного количества метров по углю потребуется 197 дней (округляем тут в большую сторону), по породе потребуется 94 дня. Итого 291 день. С учетом перемонтажа, горногеологических условий, простоя оборудования, поломок врубовых шнеков при проходке по породе следует добавить к полученным дням 15 %.

$$D_{\text{простой}} = \frac{291}{100} \cdot 15 = 44 \text{ дня}, \quad (16)$$

$$D_{\text{общ}} = 291 + 44 = 335 \text{ дней}. \quad (17)$$

Итого понадобится 335 дней или 11 месяцев для того чтобы данные выработки были сбиты. Чтобы решить ситуацию с газовой обстановкой предлагается на период проходки данного количества метров с поверхности пробурить скважину диаметром 1 метр, и глубиной 165 метров. В устье скважины смонтировать вентиляционный комплекс, направленный на удаление газа метана из рудничной атмосферы, что приведет к снижению концентрации газа и повышению безопасности проводимых работ.

Выбор места заложения скважины провести комиссионно, в составе необходимо присутствие главного маркшейдера, главного инженера шахты,

главного инженера ВТБ и представителя подрядчика буровой организации. Предварительно на плане горных работ намечается место с учетом горизонталей. Необходима ровная площадка, не болотистая, с подъездом, при котором будет минимальная валка леса. На местности утверждается выбранное место, с учетом замечаний представителя подрядчика. Так как на работы по бурению скважин с поверхности есть действующий договор с буровой организацией «ЮжКузбассГРУ», это значительно облегчает начало работ, не нужно проводить процедуру по выбору контрагента. Одновременно с началом бурения следует приобрести вентиляционную установку – специальную вентиляторную центробежную установку, предназначенную для работы на угольных шахтах в качестве газоотсасывающей на участковых шурфах.

Основными параметрами, определяющими возможность и целесообразность применения конкретного вентилятора для работы в конкретной вентиляционной сети являются их производительность, развиваемое давление, диаметр рабочего колеса, потребляемая мощность, коэффициент полезного действия, окружная скорость рабочего колеса, угол поворота лопаток рабочего колеса и (или) направляющего аппарата.

Таблица 11 – Техническая характеристика вентиляторов серии УВЦГ

Параметры	УВЦГ-7	УВЦГ-9	УВЦГ-15
Диаметр колеса, мм	810	900	1610
Частота вращения, мин ⁻¹	3000	3000	3000
Подача номинальная м ³ /с	9,0	18,5	38,0
Номинальное статическое давление, Па	8000	14000	9800
Максимальный статический КПД	0,78	0,78	0,82
Мощность привода, кВт	132,0	400	400

Подходящими под требования шахты является установка УВЦГ – 15.

Установка выпускается в виде комплекта, состоящего из двух вентиляторов (рабочий и резервный), устройства переключения потока, аэродинамического обратного клапана, соединительных патрубков и резиновых

уплотнителей. Все узлы установок монтируются на раме вместе с приводным двигателем.

Выбранный вентилятор устанавливается на пробуренной скважине для газоотсасывания и создания безопасной газовой обстановки в забоях вышеуказанных штреков.

От грунтовой дороги силами подрядчика прокладывается просека для подъезда буровой вышки, буровой лебедки, бурового насоса, оборудования, бытового вагончика.

Буровая установка ударно-канатного типа БС-3 устанавливается на заранее выбранном месте. Бурение скважин происходит за счет разрушения породы тяжелым буровым снарядом, который циклически поднимается на высоту до 1 метра, а затем падает под собственным весом. Снаряд подвешен на канате, который раскручивается при вытягивании и создает естественное вращение снаряда. Это помогает более эффективному разрушению породы. Частота ударов меняется в диапазоне 40-48 ударов в минуту за счет тиристорных преобразователей и зависит от крепости грунта. Высокая энергия удара, частота и вращение снаряда обеспечивают высокую производительность БС-3. Так, при бурении скальных и вечномёрзлых грунтов, скорость бурения составляет от 40 до 70-ти сантиметров в час. При глубине 165 метров с максимальной скоростью забуривания понадобится 235 часов бурения или 9 суток, т.к. бурение осуществляется круглосуточно [27].

После того как скважина будет пробурена – необходимо провести монтаж приобретенной установки марки УВЦГ-15, со всеми обслуживающими системами, а также установить ограждение, пункт складирования противопожарного инвентаря и пункт охраны (рис.10).

Во время бурения скважины, Южным осевым вентиляционным штреком необходимо пройти 157,5 метров, затем повернуть под 90°, пройти сбойку № 17, образовав кольцо с конвейерным штреком 50-12. Конвейерным штреком 50-12 за это время необходимо пройти 39 метров и остановить забой. Так как конвейерный штрек закончит работу раньше, бригада займется ремонтом,

устранением замечаний, подготовкой к возведению тканевой перемычки. Затем комбайн необходимо отогнать назад на 27 метров, и в створе сбойки № 17 продолжить проведение сбойки до тех пор, пока не будет встречена данная скважина, пробуренная с поверхности. Одновременно с этим в выработке конвейерного штрека следует возвести тканевую перемычку, которую необходимо ввести в эксплуатацию, как только до сбойки со скважиной останется 5 метров, и будет пробурен шпур для уточнения метража проходки [3].

Характеристика вентиляционной установки УВЦГ – 15.

Установка вентиляторная центробежная газоотсасывающая УВЦГ – 15 предназначена для удаления с выемочных полей шахт метановоздушных смесей с концентрацией метана от 0 до 100 % через вентиляционные стволы и скважины, устанавливается на поверхности шахты.

Установка предназначена для работы при плотности перемещаемых смесей до $1,2 \text{ кг/м}^3$, температуре от 228 К до 323 К, запыленности до 50 мг/м^3 и относительной влажности до 95 % (при температуре 298 К) на высоте над уровнем моря до 1000 м [28].

Таблица 12 – Технические характеристики УВЦГ – 15

Номинальная подача, $\text{м}^3/\text{с}$	18,5
Номинальное статическое давление, Па	14000
Максимальный статический КПД	0,78
Мощность электропривода, кВт	2x400
Частота вращения ротора, мин-1 (синхронная), не более	3000
длина, мм	12500
ширина, мм	9600
высота, мм	3050
Масса комплекта, кг, не более	19932

Установки выпускаются в виде комплектов, состоящих из двух вентиляторов (рабочий и резервный), устройства переключения потока, аэродинамического обратного клапана, соединительных патрубков и резиновых уплотнителей. Все узлы установок монтируются на раме вместе с приводным

двигателем. Предусмотрена комплектация вспомогательным оборудованием (лебедки, тросы, контрольно-измерительная аппаратура, стопоры и т.п.). Узлы конструкций установок имеют взрывозащищенные и виброзащищенные исполнения, двигатели имеют взрывозащиту типа РВ-4В. Установки предназначены для работы на всасывание (рис.11) [29].

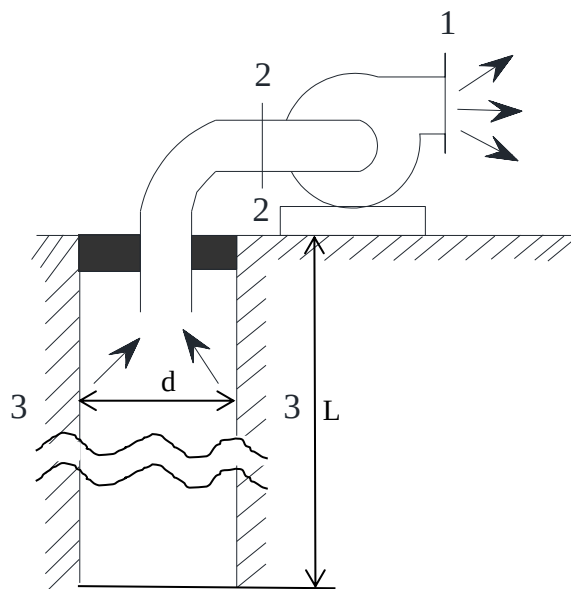


Рисунок 10 - Схема включения вентилятора для работы на всасывание:

1 – сечение между установкой и атмосферой; 2 – сечение между установкой и вентилятором; 3 – вертикальный столб скважины; d – диаметр скважины = 1 м;
 L – общая длина скважины, 165 м.

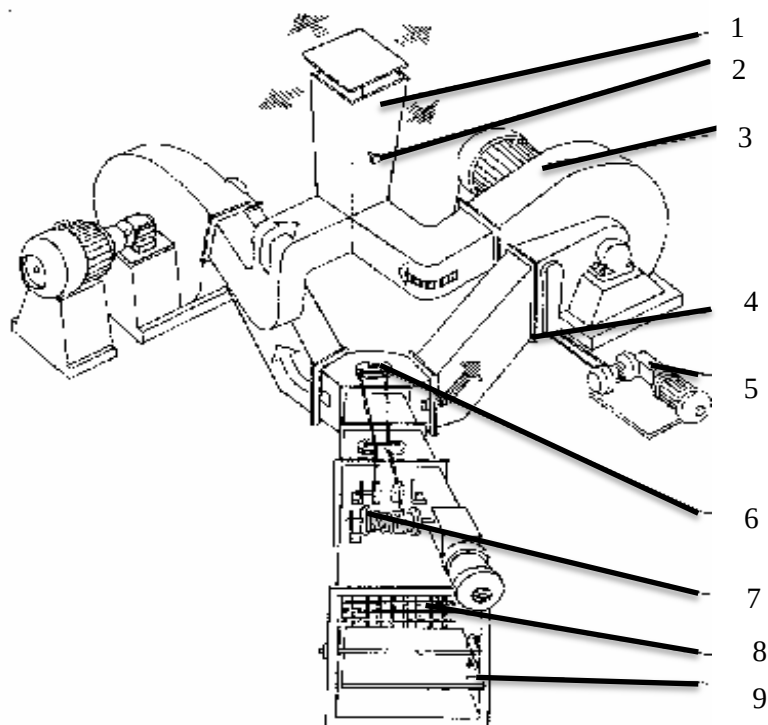


Рисунок 11 - Установка вентиляторная центробежная газоотсасывающая
УВЦГ-15:

1 – выходной патрубок; 2 – заслонка; 3 – вентилятор ВЦГ-15; 4 – гибкое уплотнение; 5, 7 – лебедки; 6 – устройство переключения потока; 8 – защитная лядя; 9 – лядя, через который осуществляется вход газа.

Принцип работы вентиляционной установки представлен на рисунке 12.

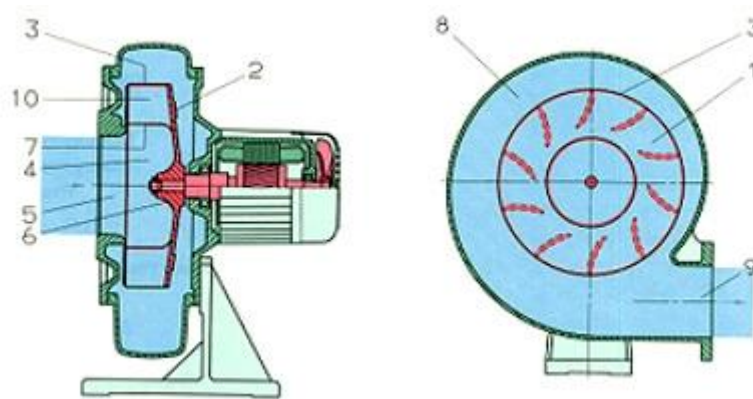


Рисунок 12 - Принцип работы вентиляторной установки

В центробежных вентиляторах воздух всасывается в осевом направлении, а выдувается в радиальном, перемещаясь в спиральном корпусе под действием центробежных сил. Весь процесс можно описать следующим образом:

Как только рабочее колесо (2) начинает вращение, воздух из зоны между лопатками рабочего колеса (1) под действием центробежной силы направляется к краю колеса (3). Как следствие, в центре (4) рабочего колеса образуется зона низкого давления, что приводит к всасыванию воздуха извне в заборное отверстие (5). В центре камеры (6) поток воздуха изменяет направление своего движения с осевого на радиальное и поступает в свободное пространство между лопатками рабочего колеса (7). Поскольку рабочее колесо вращается с высокой скоростью, воздух направляется к внутренней стенке спирального корпуса (8).

На данном этапе скорость воздуха замедляется, так как часть кинетической энергии преобразуется в энергию сжатия. Внутри спирального корпуса образуется мощный поток воздуха, и избыточное давление. Через выходное отверстие (9) воздух поступает в трубопровод, а оттуда – в рабочую зону [31].

В результате аварии, произошедшей на опасном производственном объекте ООО «Шахта «Усковская», расположенном в Новокузнецком районе. Полностью уничтожено 200 м подземной выработки, незначительные повреждения получили близлежащие выработки, погибло 6 человек (из числа работающих на предприятии, имеющих на иждивении шестерых несовершеннолетних) и четыре сотрудника получили травмы.

В соответствии с «Методическими рекомендациями о порядке составления планов ликвидации аварий при ведении работ в подземных условиях» (утв. приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 24 мая 2007 г. N 364) в данной ситуации взрыв метановоздушной среды является чрезвычайной ситуацией регионального значения.

В общем случае возможный полный ущерб ($П_{\Sigma}$) при авариях на опасном объекте будет определяться прямыми ущербами ($У_{ПР}$), затратами на локализацию (ликвидацию последствий) аварии ($П_{Л}$), социально-экономическими потерями ($П_{СЭ}$) вследствие гибели и травматизма людей, косвенным ущербом ($У_{К}$) и экологическим ущербом ($У_{Э}$) [31].

7.1 Прямой ущерб

Прямой ущерб будет определяться ($У_{ПР}$):

- потерями предприятия в результате уничтожения основных фондов (зданий, сооружений, оборудования) ($П_{О.Ф.У.}$);
- потерями предприятия в результате уничтожения товарно-материальных ценностей (продукция, сырье) ($П_{Т.М.Ц.}$);

- потерями предприятия в результате повреждения при аварии основных производственных фондов ($П_{О.Ф.П.}$);

- потерями в результате уничтожения имущества третьих лиц ($П_{Т.Л.}$).

Остаточная стоимость разрушенной выработки (по бухгалтерским документам предприятия) составляет 3 170 400 руб. Утилизационная стоимость материальных ценностей составила 170 000 руб.

Прямой ущерб, $У_{ПР}$, в результате уничтожения при аварии основных производственных фондов (здание, оборудование) составят:

Потери предприятия в результате уничтожения при аварии основных производственных фондов:

$$П_{О.Ф.У.} = 3\,170\,400 - 170\,000 = 3\,000\,400 \text{ руб.}$$

Расчеты производились с учетом времени сбора и прибытия военизированной горноспасательной части (далее ВГСЧ), по сигналу о взрыве и доставки его к месту аварии. При расчете сил и средств учитываются следующие условия – время, прошедшее с момента взрыва – 40 мин [32].

Потери предприятия в результате повреждения при аварии основных производственных фондов, $П_{О.Ф.П.}$:

- стоимость оборудования, находящегося в поврежденной выработке – 4 131 000 руб.;

стоимость ремонта незначительно пострадавших соседних выработок (восстановление крепи, замена кабелей и др.) – 730 000 руб.;

стоимость услуг сторонних организаций, привлеченных к ремонту, – 130 700 руб.;

транспортные расходы, надбавки к заработной плате и затраты на дополнительную электроэнергию составили – 65 000 руб.

Таким образом: $П_{О.Ф.П.} = 4\,131\,000 + 730\,000 + 130\,700 + 65\,000 = 5\,056\,700$ руб.

Потерь в результате уничтожения имущества третьих лиц не произошло, поэтому: $П_{Т.Л.}=0$ руб.

Таким образом:

$$U_{ПР} = П_{О.Ф.У} + П_{Т.М.Ц.} + П_{О.Ф.П.} + П_{Т.Л.}, \quad (18)$$
$$U_{ПР} = 3\,000\,400 + 4\,131\,800 + 5\,056\,700 + 0 = 12\,188\,900 \text{ руб.}$$

7.2 Затраты на локализацию (ликвидацию) и расследование причин аварии

Затраты на локализацию (ликвидацию последствий) ($П_L$) аварий определяются:

Расходы на локализацию (ликвидацию последствий) аварии (P_L); расходами на расследование причин аварии (P_P).

К основным расходам, составляющим затраты на локализацию (ликвидацию последствий) аварии, относят:

- затраты на питание ликвидаторов аварии ($З_{П}$);
- затраты на оплату труда ликвидаторов аварии ($З_{ФЗП}$);
- затраты на топливо и горюче-смазочные материалы ($З_{ГСМ}$);
- амортизацию используемого оборудования, технических средств, аварийно-спасательного инструмента ($З_A$) [34].

7.3 Расходы на локализацию (ликвидацию последствий) аварии

Затраты на питание ликвидаторов аварии ($З_{П}$):

Затраты на питание рассчитывают, исходя из суточных норм обеспечения питанием спасателей, в соответствии с режимом проведения работ:

$$З_{П_{сут}} = \sum (З_{П_{сут\ i}} \times Ч_i), \quad (19)$$

где: $З_{П_{сут}}$ – затраты на питание личного состава формирований в сутки;

$З_{П_{сут\ i}}$ – суточная норма обеспечения питанием, руб/(сут. на чел.);

I – число групп спасателей, проводящих работы различной степени тяжести;

$Ч_i$ – численность личного состава формирований, проводящих работы по ликвидации последствий ЧС. Расчет необходимых сил и средств, для ликвидации взрыва на опасном производственном объекте взят из существующего плана ликвидации аварий. При расчете сил и средств учитываются следующие условия – время прошедшее после взрыва – 40 мин. (за невозможность быстро ликвидировать данное ЧС принимаем продолжительность аварийно – спасательных работ – 3 дня).

Тогда, общие затраты на питание составят:

$$З_{\Pi} = (З_{\text{Псут. спас.}} \cdot Ч_{\text{спас}} + З_{\text{Псут. др.ликв.}}) \cdot Д_n, \quad (20)$$

где: $Д_n$ – продолжительность ликвидации аварии, дней, в данном случае 3 дня.

К работе в зоне ЧС привлекаются: 250 человек из них 113 человек выполняют тяжелую работу, а остальные 137 человека – работу средней и легкой тяжести.

По формуле рассчитываем, что затраты на питание личного состава формирований составят:

$$З_{\Pi} = (423 \cdot 113 + 345 \cdot 137) \cdot 3 = 285\,192 \text{ руб.} \quad (21)$$

Общие затраты на обеспечение питанием спасательных формирований составят $З_{\Pi} = 285\,192$ руб. Обеспечение питанием взвода ВГСЧ осуществляется в столовой за счет средств ООО «Шахта «Усковская», на территории которой произошла ЧС.

Таблица 13 – Затраты на питание личного состава формирований, выполняющих работы различной степени тяжести

Наименование продукта	Работы средней тяжести		Тяжелые работы	
	Суточная норма, г/(чел.·сут.)	Суточная норма, руб/(чел.·сут.)	Суточная норма, г/(чел.·сут.)	Суточная норма, руб/(чел.·сут.)
Хлеб белый	400	25,03	600	31,13
Крупа разная	80	7,49	100	10,12
Макаронные изделия	30	17,34	20	29,93
Молоко и молокопродукты	300	33,7	500	40,5
Мясо	80	93,44	100	100,18
Рыба	40	56,1	60	73,16
Жиры	40	34,44	50	43,4
Сахар	60	12,23	70	18,14
Картофель	400	19,49	500	23,66
Овощи	150	34,12	180	38,74
Соль	25	6,52	30	7,57
Чай	1,5	5,1	2	6,47
Итого	-	345	-	423

7.4 Затраты на оплату труда ликвидаторов аварии

Расчет затрат на оплату труда проводят дифференцированно для каждой из групп участников ликвидации последствий ЧС в зависимости от величины их заработной платы и количества отработанных дней.

Расчет суточной заработной платы участников ликвидации ЧС проводят по формуле:

$$Z_{\text{ФЗП.сут}i} = (\text{мес. оклад} / 30) \cdot 1,15 \cdot C_i, \quad (22)$$

где C_i – количество участников ликвидации ЧС i -ой группы.

Время ликвидации аварии составляет трое суток.

Таблица 14 – Результаты расчета достаточности сил и средств

№ п/п	Вид техники	Количество	
		Количество имеющихся средств ЛЧС(Н)	Количество необходимых средств ЛЧС(Н)
1	Самосвал типа Scania	1 ед	1 ед
2	Фронтальный погрузчик	1 ед	1 ед
3	Шанцевый инструмент	5 ед	5 ед
4	Экскаватор	1 ед	1 ед
5	Отбойный инструмент	3 ед	3 ед

Таким образом, суммарные затраты на оплату труда всем группам участникам ликвидации последствий ЧС составят:

$$З_{\PhiЗП} = \sum З_{\PhiЗПi} = 33210 + 18150 + 121248 + 21666 + 17646 + 31920 = 243840 \text{ руб.}$$

Таблица 15 – Затраты на оплату труда участников ликвидации ЧС

Наименование групп участников ликвидации	Заработная плата, руб./месяц	Числен- ность, чел	ФЗП _{сут} , руб./чел.	ФЗП за период проведения работ для i-ой группы, руб.
Пожарные подразделения	32000	27	1230	33 210
Отряд механизированной группы	47200	10	1815	18 150
Отряд ручной разборки завалов	43800	72	1684	121 248
Охрана шахты	24500	23	942	21 666
Медицинская служба	27000	17	1038	17 646
Водители различных т/с	34600	24	1330	31 920
ИТОГО				243 840

В результате проведенных расчетов получим, что фонд заработной платы на оплату труда личного состава формирований ВГСЧ при проведении работ по ликвидации ЧС на территории ООО «Шахта «Усковская» с учетом периода проведения работ составит $З_{\PhiЗП} = 243\,840$ руб.

7.5 Затраты на горюче-смазочные материалы

Расчет затрат на горюче-смазочные материалы ($Z_{ГСМ}$) определяется по формуле:

$$Z_{ГСМ} = V_{бенз} \cdot C_{бенз} + V_{диз. т.} \cdot C_{диз. т.} + V_{мот. м.} \cdot C_{мот. м.} + \\ + V_{транс. м.} \cdot C_{транс. м.} + V_{спец. м.} \cdot C_{спец. м.} + V_{пласт. см.} \cdot C_{пласт. м.}, \quad (23)$$

где $V_{бенз}$, $V_{диз. т.}$, $V_{мот. м.}$, $V_{транс. м.}$, $V_{спец. м.}$, $V_{пласт. см.}$ – количество использованного бензина, дизельного топлива, моторного масла, трансмиссионного масла, специальных масел, пластичных смазок соответственно, л;

$C_{бенз}$, $C_{диз. т.}$, $C_{мот. м.}$, $C_{транс. м.}$, $C_{спец. м.}$, $C_{пласт. м.}$ – стоимость бензина, дизельного топлива, моторного масла, трансмиссионного масла, специальных масел, пластичных смазок соответственно, л/руб.

Ниже приведены цены (за 1л) на топливо и горюче – смазочные материалы:

- бензин – 32 руб.;
- дизельное топливо – 34 руб.;
- моторное масло – 210 руб.;
- трансмиссионное масло – 687 руб.;
- специальное масло – 158 руб.;
- пластичные смазки – 123 руб.

В таблице 16 приведен перечень транспортных средств, используемых при ведении АСДНР на территории ООО «Шахта «Усковская» и нормы расхода горюче – смазочных материалов приведенной техники.

Таблица 16 – Техника и нормы расхода горюче-смазочных материалов

Тип автомобиля	Кол-во	Расход бензина, л	Расход дизельного топлива, л	Расход моторного/транс-го/спец-го масел, л	Расход смазки, кг
Пожарная автоцистерна	4	-	1360	2,2/0,3/0,1	0,2
Отбойный инструмент	1	-	260	2,1/0,3/0,1	0,25
Автотопливозаправщик	3	-	530	2,1/0,3/0,1	0,2
Самосвал	6	-	2700	2,1/0,3/0,1	0,25
Фронтальный погрузчик	1	-	185	2,2/0,3/0,1	0,2
АСМ-41-013 на базе УАЗ-31512	1	120	-	2,2/0,25/0,1	0,25
Экскаватор	1	-	360	2,8/0,4/0,1	0,3
Автобус	10	-	250-	2,1/0,3/0,1	0,3
ИТОГО	19	120	5645	17,8/2,45/0,8	1,95

Общие затраты на ГСМ составят:

$$З_{ГСМ} = 120 \cdot 32 + 5645 \cdot 34 + 17,8 \cdot 210 + 2,45 \cdot 687 + 0,8 \cdot 158 + 1,95 \cdot 123 = \\ = 201\,557 \text{ руб.}$$

На обеспечение техники горюче-смазочными материалами потребуется:

$$З_{ГСМ} = 201\,557 \text{ руб.}$$

7.6 Затраты на амортизацию используемого оборудования и технических средств

Величина амортизации используемого оборудования, технических средств определяется, исходя из их стоимости, нормы амортизации и количества дней, в течение которых это оборудование используется, по следующей формуле:

$$З_A = [(H_a \cdot C_{cm} / 100) / 360] \cdot D_n, \quad (24)$$

где: H_a – годовая норма амортизации данного вида основных производственных фондов (ОПФ), %;

C_{cm} – стоимость ОПФ, руб.;

D_n – количество отработанных дней.

Таблица 17 – Расчет величины амортизационных отчислений для используемой техники

Наименование использованной техники	Стоимость, руб.	Кол-во, ед.	Кол – во отработанных дней	Годовая норма амортизации, %	Аморт. отчисления, руб.
Пожарная автоцистерна	2470000	4	3	10	2960
Отбойный инструмент	340000	1	3	10	140
Автотопливо – заправщик	2737000	3	3	10	2280
Самосвал	1800000	6	3	10	3000
Фронтальный погрузчик	990000	1	3	10	280
АСМ-41-013 на базе УАЗ-31512	630000	1	3	10	180
Экскаватор	2300000	1	3	10	640
Автобус	2250000	10	1	10	2140
ИТОГО					11620

Результаты расчетов затрат за использование оборудования и технических средств, необходимых для локализации пожара и ликвидации ЧС составляют $Z_A = 11\,620$ руб.

Расходы на локализацию (ликвидацию последствий) аварии:

$$P_L = Z_{II} + Z_{\Phi Z II} + Z_{ГСМ} + Z_A, \quad (25)$$

$$P_L = 285\,192 + 243\,840 + 201\,557 + 11\,620 = 742\,209 \text{ руб.}$$

7.7 Расходы на расследование причин аварии

Затраты на расследование причин аварии принимаем в размере 30 % от расходов на локализацию (ликвидацию последствий) аварии:

$$P_P = 715\,000 \text{ руб.}$$

Таким образом затраты на локализацию (ликвидацию последствий) аварии при разрушении горных выработок на ООО «Шахта «Усковская» составят:

$$П_{\text{Л}} = P_{\text{Л}} + P_{\text{Р}}, \quad (26)$$

$$П_{\text{Л}} = 742\,209 + 715\,000 = 1\,457\,209 \text{ руб.}$$

7.8 Социально-экономические потери

В социально-экономические последствия ЧС включаются затраты на компенсацию и проведение мероприятий вследствие гибели и травмирования персонала (расчет потерь производится согласно РД 03-496-02).

$$П_{\text{СЭ}} = П_{\text{г.п.}} + П_{\text{т.п.}}, \quad (27)$$

$$П_{\text{г.п.}} = S_{\text{ног}} + S_{\text{н.к}}, \quad (28)$$

$$П_{\text{т.п.}} = S_{\text{в}} + S_{\text{и.п.}} + S_{\text{м}}, \quad (29)$$

где $П_{\text{СЭ}}$ – социально-экономические потери, руб.;

$П_{\text{г.п.}}$ – затраты, связанные с гибелью персонала, руб.;

$П_{\text{т.п.}}$ – затраты, связанные с травмированием персонала, руб.;

$S_{\text{ног}}$ – расходы по выплате пособий на погребение погибших, руб.;

$S_{\text{н.к}}$ – расходы на выплату пособий в случае гибели кормильца, руб.;

$S_{\text{в}}$ – расходы на выплату пособий по временной нетрудоспособности, руб.;

$S_{\text{и.п.}}$ – расходы на выплату пенсий лицам, ставшим инвалидам, руб.;

$S_{\text{м}}$ – расходы, связанные с повреждением здоровья пострадавшего, на его медицинскую, социальную и профессиональную реабилитацию, руб.

Средняя стоимость оказания ритуальных услуг, в местности, где произошла авария – $S_{\text{ног}} = 60\,000$ руб.

На иждивении погибших приходилось шестеро детей 2, 3, 7, 9, 13 и 18 лет. Периоды выплаты пенсий по случаю потери кормильца составляют соответственно:

$$(18 - 2) \times 12 = 192 \text{ мес.};$$

$$(18 - 3) \times 12 = 180 \text{ мес.};$$

$$(18 - 7) \times 12 = 132 \text{ мес.};$$

$$(18 - 9) \times 12 = 108 \text{ мес.};$$

$$(18 - 13) \times 12 = 60 \text{ мес.},$$

$$(18 - 18) \times 12 = 0 \text{ мес.}$$

Таким образом, весь период осуществления выплаты по случаю потери кормильца составит 192 месяца.

Средний месячный заработок одного погибшего составлял 45 000 тыс. руб. Таким образом, размер ежемесячной выплаты на каждого ребенка составит:

$$\frac{45000}{3} = 15000 \text{ руб.},$$

Общая величина выплаты по случаю потери одного кормильца составит:

$$S_{n.k} = 15\,000 \cdot 192 = 2\,880\,000 \text{ руб.} \quad (30)$$

Таким образом затраты, связанные с гибелью персонала будут равняться:

$$Пг.н = 60\,000 + 2\,880\,000 = 2\,940\,000 \text{ руб.}, \quad (31)$$

$$Пг.н.общ = 2\,940\,000 \cdot 6 = 17\,640\,000 \text{ руб} \quad (32)$$

Выплаты пособия по временной нетрудоспособности пострадавшим (при средней месячной зарплате, равной 45 000 руб. и 21-м рабочем дне в месяце, когда произошла авария, и периоде до установления стойкой нетрудоспособности со дня аварии, равном десяти рабочим дням) составят на каждого работника [34]:

$$S_{\varphi} = (45\,000/21) \cdot 10 \cdot 4 = 85\,714 \text{ руб.}$$

Расходы, связанные с повреждением здоровья пострадавших, на их медицинскую, социальную и профессиональную реабилитацию составили (принимая условие, что четверо пострадавших, проходили одинаковое медицинское обслуживание в течении 10 рабочих дней):

$$S_M = ((C_K + C_L) \cdot D_n) \times 4, \quad (33)$$

$$S_M = ((550 + 200) \cdot 10) \cdot 4 = 30\,000 \text{ руб.}$$

где: C_K – стоимость одного койко-дня при соответствующем виде лечения;

C_L – расходы на приобретение необходимых лекарственных средств;

D_n – продолжительность лечения, дней.

Также принимаем, что травмирование не повлекло за собой потерю трудоспособности и поэтому расходы на выплату пенсий лицам, ставшим инвалидам:

$$Su.n. = 0 \text{ руб.}$$

Таким образом затраты, связанные с травмированием персонала будут равны:

$$Пт.н. = 85\,714 + 30\,000 + 0 = 115\,714 \text{ руб.}$$

Исков о возмещении морального вреда со стороны потерпевших или их родственников не последовало.

Результат социально-экономических потерь при взрыве метановоздушной смеси на ООО «Шахта «Усковская»:

$$П_{сэ} = П_{г.н.общ} + Пт.н., \quad (34)$$

$$П_{сэ} = 17\,640\,000 + 115\,714 = 17\,755\,714 \text{ руб.}$$

7.9 Косвенный ущерб

Косвенный ущерб будет определяться:

- величиной доходов, недополученных предприятием в результате простоя;
- зарплатой и условно-постоянными расходами предприятия за время простоя;
- убытками, вызванными уплатой различных неустоек, штрафов, пени;
- убытками третьих лиц из-за недополученной ими прибыли;
- убытки, вызванные уплатой различных штрафов, пени и прочего, не учитываются, так как на предприятие не накладывались.

Так как соседние организации не пострадали от аварии, недополученная прибыль третьих лиц не рассчитывается.

Таким образом, косвенный ущерб будет равен:

$$У_k = 0 \text{ руб.}$$

7.10 Экологический ущерб

Степень загрязнения атмосферы вследствие выброса газа метана, сажи, загрязняющих веществ определяется массой их выброса.

Учитывая особенности расположения опасного объекта, при расчете экологического ущерба оценке подвергалась только составляющая, связанная с загрязнением атмосферного воздуха, определяемая следующим соотношением:

$$\mathcal{E}_a = 5 \cdot \sum_{i=1}^n (H_{\text{бав}_i} \cdot M_{\text{ав}_i}) \cdot K_{\text{И}} \cdot K_{\text{эав}}, \quad (35)$$

где: $H_{\text{бав}}$ – базовые нормативы платы за выброс 1 т. загрязняющих веществ в атмосферу в пределах установленных лимитов, руб.: CO, NO, SO, H₂S, сажи (С), HCN, дыма (ультрадисперсные частицы SiO₂), формальдегида и органических кислот в пределах установленных лимитов. $H_{\text{бав}}$ принимаем равным 25, 2075, 1650, 10 325, 1650, 8250, 1650, 27 500 и 1375 руб./т соответственно п. 2.8 РД 03-496-02 [35];

$M_{\text{ав}}$ – количество вещества, попавшего в атмосферный воздух при аварии (пожаре), т (оценивается в соответствии с методикой п. 2.14 РД 03-496-02);

$K_{\text{И}}$ – коэффициент индексации платы за загрязнение окружающей природной среды, (принимаем равным 94 согласно п. 2.26 РД 03-496-02);

$K_{\text{эав}}$ – коэффициент экологической ситуации и экологической значимости территории по состоянию атмосферного воздуха. Для данного района при выбросе загрязняющих веществ в атмосферу городов и крупных промышленных центров [36]:

$$K_{\text{эав}} = 1,5 \cdot 1,3 = 1,95$$

Таким образом: $U_{\mathcal{E}} = 677\,300$ руб.

В результате проведенного расчета – суммарный ущерб от аварии составляет:

$$П_y = У_{ПР} + П_{Л} + П_{СЭ} + У_K + У_{Э}, \quad (36)$$

$$П_y = 24\,680\,800 + 585\,050 + 1\,783\,570 + 0 + 677\,300 = 27\,726\,720 \text{ руб.}$$

Проведем сравнительный расчет средств, которые будут затрачены на ликвидацию последствий аварии связанной со взрывом метановоздушной смеси и средств, которые будут направлены на техническое решение.

Техническое решение, направленное на уменьшение риска возникновения аварии – приобретение вентиляционной установки и пробуривание скважины. Согласно таблице 18, за окончательное принятие решения выбора вентиляторной установки взять ее стоимость.

Таблица 18 – Стоимость оборудования

Наименование оборудования	Цена, руб./ед
УВЦГ – 7	269 832
УВЦГ – 9	1 390 020
УВЦГ – 15	858 615

Стоимость бурения скважин

Т.к. ООО «Шахта «Усковская» имеет действующий договор с ОАО «ЮжКузбассГРУ» то стоимость бурения определяется по количеству погонных метров:

$$S_1 = (S_{об} \cdot L_{общ}), \quad (37)$$

где S_1 – стоимость бурения скважины, тыс/руб.;

$S_{общ}$ – стоимость бурения 1 погонного метра, тыс/руб.;

$L_{общ}$ – общая длинна проектируемой скважины, м.

$$S_1 = 2\,200 \cdot 165 = 363\,000 \text{ тыс/руб.}$$

Итого общие затраты на осуществление реализации предложения будут равны:

$$S_{общ} = S_{об} + S_1, \text{ тыс/руб,} \quad (38)$$

$$S_{общ} = 858\,615 + 363\,000 = 1\,221\,615 \text{ тыс/руб.}$$

Сравним полученные данные:

Стоимость внедрения технического решения: 1 221 615 тыс/руб:

Стоимость ликвидации ЧС: 27 726 720 тыс/руб.

Экономическая эффективность будет составлять 26 505 105 тыс/руб.

8 Социальная ответственность

8.1 Анализ вредных и опасных факторов производственной среды

Все работники шахты попадают в следующие опасные и вредные условия, которые могут повлечь за собой травмы, развить профессиональные заболевания:

- вредные условия (вредные газы, пыль, шум, вибрация, недостаточная освещенность, микроклимат)
- обрушение горных пород и оползни, прорыв воды, пульпы;
- поражение электрическим током;
- механические опасности;
- эндогенные, экзогенные пожары, взрывы пыли, метана [37].

Состав рудничного воздуха.

Проходя по горным выработкам, атмосферный воздух изменяет свой состав:

- уменьшается содержание кислорода (O_2).
- увеличивается содержание азота N_2 и углекислого газа (CO_2).
- выделяются другие вредные и ядовитые газы (угарный газ, окислы азота, сероводород и др.).

В соответствии с ПБ в угольных шахтах должен быть соблюден состав рудничной атмосферы и соблюдены следующие нормы чистоты воздуха указанные в таблице 19, 20.

Таблица 19 – Состав рудничного воздуха

Наименование газов и паров	Состав (% по объему)
Азот	78,08
Кислород	20,95
Аргон	0,93
Углекислый газ	0,03
Гелий, криптон, озон, радон, водород, аммиак,	0,01
Водяной пар	до 4

Таблица 20 – Предельно допустимые концентрации вредных газов в рудничной атмосфере

Наименование газа	Предельно допустимая концентрация	Фактическая концентрация
Кислород (O ₂)	≥20 %	20 %
Оксид углерода (CO)	≤0,0017 % (1 %-смертельная концентрация, 13,5-70 % - взрывчатая концентрация)	0,0004 %
Оксиды азота (в перерасчете на NO ₂)	≤0,00025 %	0,00010 %
Сернистый ангидрид (SO ₂)	≤0,00038 %	0,00015 %
Сероводород (H ₂ S)	≤0,00070 %	0,00050 %
Диоксид азота (NO ₂)	≤0,00010 %	0,00005 %
Аммиак (NH ₃)	≤0,002 %	0,0002 %

Охлаждающее действие воздушной среды представляет собой совокупное воздействие на человеческий организм температуры, скорости воздуха, влажности. Для определения пользуются кататермометром, который представляет собой спиртовой термометр с уширением в верхней части и спиртовым резервуаром в нижней [9,40].

Воздействие пыли на организм человека. Меры борьбы с пылью.

Вдыхаемые с воздухом мелкие частички пыли могут вызвать заболевание лёгких – пневмокониоз (угольный – антракоз, породный – силикоз). При нормальном состоянии носоглотки и дыхательных путей, до 90 % вдыхаемой пыли задерживается, но крупные пылевые частицы сильно травмируют слизистую оболочку [38].

Под влиянием пыли происходит перерождение лёгочной ткани. При попадании в лёгкие породной пыли, содержащей SiO_2 , образуется кремниевая кислота H_2SiO_3 , ускоряющая разрушение.

Пневмокониоз развивается достаточно медленно (до 10–15 лет). Возможность возникновения заболевания зависит от массы вдыхаемой пыли и содержания в ней SiO_2 . Наиболее опасна пыль 0,1–0,2 мкм.

ПДК для пыли, при содержании в ней SiO_2 :

- $\text{SiO}_2 > 70 \%$ – 1 мг/м^3 ;
- $\text{SiO}_2 = (10-70) \%$ – 2 мг/м^3 ;
- $\text{SiO}_2 = (5-10) \%$ – 4 мг/м^3 ;
- SiO_2 до 5% – 10 мг/м^3 (6 мг/м^3 – антрацитовая пыль) [39].

Активных средств лечения пневмокониоза не существует, поэтому основная работа ведётся в направлении профилактики и ранней диагностики.

Меры профилактики пневмокониоза

- медосмотры;
- лечебно-профилактические мероприятия;
- уменьшение пылеобразования, пылеподавление, пылеулавливание (инженерно-технические мероприятия);
- противопылевые респираторы [38].

Согласно ПБ, на каждой шахте должен быть проект комплексного обеспыливания, утверждённый техническим директором.

Инженерно-технические мероприятия по обеспыливанию делятся на три группы:

1. Снижение или устранение пылеобразования;
2. Подавление и улавливание пыли;
3. Вынос летучей пыли из выработок и обеспыливание воздушного потока [40].

Шум

По природе возникновения шум подразделяется;

- механический;

- аэродинамический;
- электромагнитный.

Уровни шума на рабочих местах и в рабочих зонах не должны превышать предельно – допустимых значений

Таблица 21 – Уровни шума на рабочих местах шахтера

Рабочие места (зоны и виды работ)	Предельно допустимые уровни шума, дБ	Фактические уровни шума, дБ
Горные выработки, производственные помещения, территория поверхности	80	50
Кабины наблюдений и дистанционного управления:		
- без резервной связи по телефону	80	50
- с резервной связью по телефону	65	45
Высококвалифицированные работы, требующие внимания и сосредоточенности	60	50

По временным характеристикам шум подразделяется на:

- постоянный, уровень звука которого за 8-ми часовой рабочий день изменяется во времени не более, чем на 5 дБ при измерениях на временной характеристики «медленного» шумомера;
- непостоянный, уровень звука которого за 8 – ми часовой рабочий день изменяется во времени более, чем на 5 дБ при измерениях на временной характеристики «медленного» шумомера. В свою очередь, непостоянный шум подразделяется на колеблющийся, прерывистый, импульсивный

Оборудование с повышенным уровнем шума должно устанавливаться в местах, где шум не мешает производственному процессу.

$$L = 10 \log (I / I_0) = 20 \log (P / P_0), \text{ дБ}$$

где: I – интенсивность шума;

I_0 – интенсивность звука на пороге слышимости (10^{-12}), Вт/м².

Болевой порог $L_6 = 140$ дБ [41].

Воздействие шума на человека.

Шум звукового диапазона замедляет реакцию человека на поступающие от технических устройств сигналы, это приводит к снижению внимания и увеличению ошибок при выполнении различных видов работ. Шум угнетает центральную нервную систему, вызывает изменения скорости дыхания и пульса, способствует нарушению обмена веществ, возникновению сердечно-сосудистых заболеваний, язвы желудка, гипертонической болезни.

При воздействии шума высоких уровней (более 140 дБ) возможен разрыв барабанных перепонки, контузия, а при ещё более высоких (более 160 дБ) – и смерть.

Методы защиты от воздействия шума – применение средств защиты органов слуха (противошумные наушники, противошумные вкладыши) [38].

Вибрация.

Вибрация – это механическое колебание. Делится на локальную (от ручных инструментов), общую (от станков, оборудования, движущихся машин) и комбинированную (влияние общей и локальной вибрации при виброуплотнении бетона).

В производственных условиях вибрация представляет собой колебательный процесс с широким диапазоном частот, поэтому и оценка её производится в 8–10 октавах. Вибрация с частотой 8–16 Гц относится к низкочастотной, 31,5 и 63 Гц – к среднечастотной, от 125 до 1000 Гц – к высокочастотной. Наибольшая опасность развития вибрационной болезни при вибрации с частотой 16–200 Гц.

Частое воздействие вибрации, превышение допустимого уровня ведет к вибрационным болезням.

Вибрационная болезнь – профессиональное заболевание, обусловлено длительным (не менее 3–5 лет) воздействием вибрации в условиях производства. Также известна как синдром белых пальцев, псевдо – Рейно болезнь, сосудоспастическая болезнь руки от травм.

Профилактикой от вибрационных болезней является исключение неблагоприятного воздействия вибрации на организм, осуществление диспансеризации, организация профилакториев на производствах, соблюдение строгих норм организации труда, использование вибрационных перчаток [38,42,43].

Рудничное освещение.

Для освещения применяют:

- сетевое освещение (стационарное и полустационарное);
- местное освещение применяется на передвижных машинах;
- аккумуляторные переносные светильники (головные).

Светильниками, питаемыми от электросети в подземных условиях должны освещаться:

- участки выработок, где производится перегрузка угля, пункты посадки людей в транспортные средства и подходы к ним;

- очистные выработки, оборудованные механизированными комплексами;

- горнокапитальные выработки оборудованные ленточными конвейерами и подвесными канатно-кресельными дорогами, предназначенные для перевозки людей;

призабойное пространство подготовительных выработок, проводимых с применением проходческих комплексов

- или комбайнов, должно освещаться встроенными в комплекс или комбайн светильниками.

Освещение способствует снижению травматизма и повышению производительности труда (до 25 %) [43,44].

Микроклимат.

Микроклимат шахты характеризуется совокупностью среднегодовых значений температуры, относительной влажности, давления, скорости движения воздуха и температуры поверхностей выработки; изменением этих параметров в течение года и по длине вентиляционного пути. Значения

параметров микроклимата шахты зависят от геотермических условий месторождения и глубины горных работ; поперечного сечения, типа крепи и протяжённости горных выработок, интенсивности их вентиляции, от тепловыделений машин, электрооборудования, окислительных и других экзотермических или эндотермических процессов; от уровня и колебаний метеорологических параметров на поверхности, условий подогрева, увлажнения и охлаждения рудничного воздуха, а также от процессов его теплообмена и массообмена с окружающим породным массивом.

Микроклимат шахты оказывает непосредственное влияние на технологические условия, безопасность горных работ и производительность труда шахтёров. От него зависят возможность механизации работ (например, применение гидропривода), устойчивость многолетнемёрзлых горных пород и опасность их обрушения при оттаивании, условия борьбы с пылью и содержания противопожарных водопроводов, уровень травматизма и др. Регламентация микроклимата шахты направлена в первую очередь на охрану здоровья шахтёров.

Профилактикой от заболеваемости является применение калориферных установок в зимнее время, использование спецодежды (куртки, брюки, нательное белье, жилеты, фуфайки).

Электроопасность

Источником электроопасности могут быть электрические сети, электрофицированное оборудование и инструмент.

Воздействие на организм человека.

Ток, протекая через тело человека, производит термическое, электрическое, биологическое, механическое и световое воздействие.

Различают два вида поражения организма электрическим током:

- электрические травмы;
- электрические удары.

Электрические травмы – это местные поражения тканей и органов. К ним относятся электрические ожоги, электрические знаки и

электрометаллизация кожи, механические повреждения в результате непроизвольных судорожных сокращений мышц при протекании тока, а также электроофтальмия – воспаление глаз в результате воздействия ультрафиолетовых лучей электрической дуги.

Электрический удар представляет собой возбуждение живых тканей организма проходящем через него электрическим током, сопровождается непроизвольным сокращением мышц. Различают четыре степени электрических ударов:

I – судорожное сокращение мышц без потери сознания;

II – судорожное сокращение мышц с потерей сознания, но с сохранением дыхания и работы сердца

III – потеря сознания и нарушение сердечной деятельности или дыхания и работы сердца

IV – клиническая смерть.

Средства защиты, предназначенные для обеспечения электробезопасности.

Средства коллективной защиты от поражения электрическим током:

- защитное заземление, зануление;
- защитное отключение.
- применение низких напряжений.
- двойная изоляция.
- оградительное устройство.
- сигнализация, блокировка, знаки безопасности, плакаты.

К средствам индивидуальной защиты, применяемым в электроустановках, относятся: средства защиты головы (каска); глаз и лица (очки, щитки); органов дыхания (респираторы); рук (рукавицы, перчатки); средства, страхующие от падения (пояса, канаты) [46,45].

Все работники, обслуживающие предприятие подвержены риску развития профессионального заболевания, поэтому на производстве предусмотрено обязательное социальное страхование от несчастных случаев и

профессиональных заболеваний. Поэтому существует Федеральный закон № 125-ФЗ который регулирует эти вопросы, а так же обязует работодателя иметь фонд средств страхового резерва [47,48].

8.2 Охрана окружающей среды

Разработка угольного месторождения оказывает непосредственное влияние на атмосферу, недра (включая грунты и горные породы), подземные воды, почвы, растительный и животный мир.

Каждый из этапов жизненного цикла горнодобывающего предприятия сопровождается определенным набором видов деятельности, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду.

В процессе разведки и разработки месторождений полезных ископаемых на компоненты окружающей среды может оказываться как прямое, так и косвенное воздействие. Все компоненты окружающей среды находятся в тесной взаимосвязи друг с другом, поэтому изменение одного из них сказывается на всех остальных, в т.ч. на биоразнообразии.

К прямому негативному воздействию на биоразнообразие относится фрагментация и уничтожение мест обитания, уничтожение популяций животных и растений, характерных для данной территории.

Косвенное воздействие на биоразнообразие представляет собой или изменение или ухудшение среды обитания.

Фрагментация мест обитания приводит к изоляции популяций, возникновению краевого эффекта, создаёт препятствия при миграции животных, при опылении растений и распространении семян, вызывает инвазии и другие негативные последствия. Нарушение естественных связей между популяциями растений и животных может приводить к значительным, иногда необратимым, изменениям в динамике и генетической целостности этих популяций. Причинами возникновения фрагментации мест обитания может быть строительство линейных объектов (дорог, трубопроводов, ЛЭП и т.д.).

Уничтожение мест обитания происходит в результате выполнения работ, связанных с расчисткой и планировкой территории строительства, а так же осуществления добычных работ.

Данные об объемах выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных источников, об использовании воды и сбросе сточных вод, об обращении с отходами производства и потребления за 2009-2011 гг.

Таблица 22 – Основные показатели, характеризующие воздействие на окружающую среду производств по добыче полезных ископаемых

Показатель	Ед. изм.	2009 г.	2010 г.	2011 г.
Выброшено вредных веществ, всего	тыс. т	6148,1	6027,1	6244,8
в том числе: твердых веществ	тыс. т	500,0	470,1	453,6
жидких и газообразных веществ,	тыс. т	5648,1	5557,0	5791,3
из них: диоксид серы	тыс. т	201,7	207,6	211,1
оксид углерода	тыс. т	2963,8	2761,0	2793,3
оксиды азота	тыс. т	131,4	128,6	141,1
углеводороды (без ЛОС)	тыс. т	1405,3	1389,5	1549,4
ЛОС	тыс. т	939,7	1055,5	1086,2
Уловлено и обезврежено	%	37,2	36,2	34,7
Использовано воды, всего	млн. м ³	2026,84	1405,68	1387,24
Объем оборотной и повторно-последовательно используемой воды	млн. м ³	17309,92	10029,81	10347,91
Экономия свежей воды	%	93	93,7	94
Водоотведение в поверхностные водоемы, всего	млн. м ³	1979,99	1381,16	1506,56
в том числе:				
загрязненных сточных вод	млн. м ³	1020,67	963,60	1074,87
из них без очистки	млн. м ³	344,80	382,52	391,52
нормативно чистых	млн. м ³	802,38	255,50	273,50
нормативно очищенных	млн. м ³	156,94	162,06	158,19

Каждый год количество инвестиций направленных на развитие уровня охраны данных направлений растет.

Проблема обеспечения экологической безопасности в угольной промышленности и сохранения благоприятной окружающей среды в районах размещения объектов угольной промышленности является сложной, требует

разработки и реализации целого комплекса мероприятий. Эти мероприятия охватывают следующие 4 направления:

1. совершенствование нормативно-правовой и нормативно-методической базы охраны окружающей среды;
2. проведение организационно-технических мероприятий по повышению эффективности природоохранной деятельности;
3. научно-техническое обеспечение;
4. выполнение технологических и технических мероприятий.

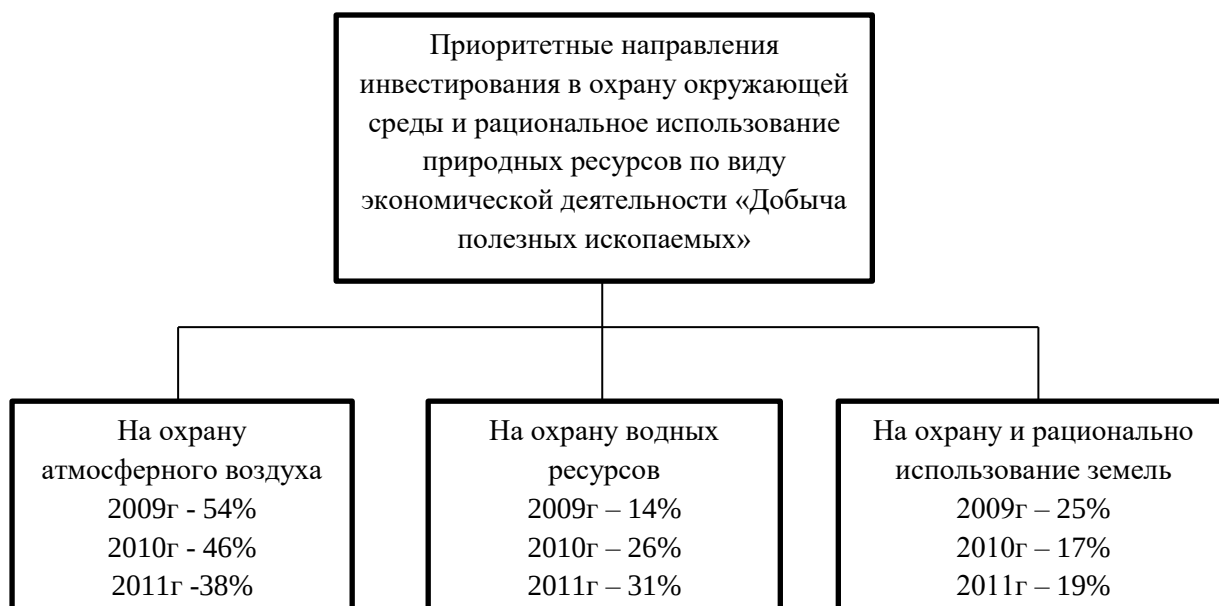


Рисунок 13 – Схема направления инвестиций

В соответствии с разрабатываемой программой по совершенствованию нормативно-правовой базы в области охраны окружающей среды планируется:

- предоставление налоговых льгот и льгот по плате за негативное воздействие на окружающую среду при проектировании и строительстве природоохранных объектов, приобретении природоохранного оборудования и систем экологического контроля;
- переход на систему нормирования выбросов, сбросов загрязняющих веществ и размещение отходов производства по технологическим показателям на основе наилучших доступных технологий;

- освобождение предприятий от платы за негативное воздействие на окружающую среду на период проектирования и внедрения наилучших доступных технологий;

- корректировка устаревших и разработка новых отраслевых нормативно-методических документов.

Организационно-технические мероприятия по повышению эффективности природоохранной деятельности включают:

- обследование с периодичностью 3 – 5 лет природоохранных объектов с оценкой технического состояния, эффективности и разработкой предложений по улучшению их работы;

- повышение квалификации обслуживающего персонала природоохранных объектов с периодичностью не более 5 лет;

- проведение ежегодных научно-практических семинаров для руководителей и специалистов экологических служб предприятий на базе научных центров.

Научно-технические разработки охватывают следующие направления:

- очистка кислых и железосодержащих шахтных вод, очистка минерализованных шахтных вод, очистка шахтных вод сложного химического состава;

- дегазация угольных пластов до начала их разработки и в процессе ведения горных работ с последующим использованием метана;

- извлечение метана из вентиляционной струи газовых шахт;

- очистка дымовых газов котельных от газообразных загрязняющих веществ;

- снижение выделения в атмосферу загрязняющих веществ при массовых взрывах на разрезах;

- предупреждение самовозгорания и тушение породных отвалов;

- технологии формирования пожаробезопасных породных отвалов;

- микробиологический способ рекультивации нарушенных земель;

- способы и технологии переработки отходов добычи и обогащения угля в товарные продукты;

- инвентаризация бесхозных отвалов и нарушенных земель, создание программ их рекультивации и дальнейшего использования.

Технологические и технические мероприятия включают следующие направления:

- внедрение экологически чистых, безотходных и малоотходных технологий и оборудования;

- экологизация широко применяемых технологий и технологических процессов горного производства в направлении снижения выбросов и сбросов загрязняющих веществ, образования отходов производства;

- расширение области применения перспективных и внедрение новых эффективных природоохранных технологий и оборудования [49,50].

Заключение

Основными результатами данной выпускной квалификационной работы являются следующие положения:

- определена вероятность возникновения аварийных ситуаций на ООО «Шахта «Усковская»;
- разработаны сценарии развития аварий, связанные с проливом дизельного топлива, попаданием молнии в наземный объект и взрывом метано-пылевоздушной смеси;
- рассчитаны зоны распространения основных поражающих факторов;
- предложены технические решения по предотвращению возможности взрыва метано-пылевоздушной смеси в горных выработках, а именно предложено пробурить скважину и установить специальную вентиляторную центробежную установку, предназначенную для работы на угольных шахтах в качестве газоотсасывающей на участковых шурфах;
- рассчитана экономическая эффективность внедрения данного решения.

В ходе анализа и проведения расчетов вероятностей возникновения аварий, связанных с проливом дизельного топлива и попаданием молнии в наземный объект было выяснено, что данные вероятности довольно малы, по сравнению с вероятностью взрыва метано-пылевоздушной смеси. Но статистические данные о уже случившихся авариях на других подобных производственных объектах говорят о том, что все же аварии со взрывом метано-пылевоздушной смеси имеют место быть, а значит, необходимо искать возможности предотвращения опасного воздействия данного объекта путем внедрения технических мер.

Расчет основных поражающих факторов, присутствующих при ликвидации чрезвычайной ситуации позволяет определить возможное число

жертв среди персонала предприятия, оценить степень воздействия аварии на окружающую среду.

Конструирование и внедрение предложенного технического решения позволит предотвратить развитие аварии по сценарию связанному со взрывом метано-пылевоздушной смеси. Установленная специальная вентиляторная центробежная установка установленная в устье пробуренной скважины позволит перемещать воздух по воздуховодам систем кондиционирования и вентиляции, а также осуществлять отсос из горной выработки, создавая необходимый для этого перепад давлений (на входе и выходе вентилятора). В результате осуществления этого мероприятия предотвращенный экономический ущерб, связанный с уменьшением последствий аварии составит 26,5 миллионов рублей.

Список публикаций

Абдуллина (Акулова) О.А. Система аэрогазового контроля и защиты в условиях работы ООО Шахта «Усковская» / О.А. Абдуллина (Акулова) // Прогрессивные технологии и экономика в машиностроении: сборник трудов VI Всероссийской научно-практической конференции для студентов и учащейся молодежи, Юрга, 9-11 Апреля 2015. – Томск: Изд-во ТПУ, 2015. – С. 704-706.

Абдуллина (Акулова) О. А. Механизмы возникновения очагов самовозгорания угля и предотвращение эндогенных пожаров в условиях ООО «Шахта «Усковская» (вентиляционная техника безопасности) / О.А. Абдуллина (Акулова) // Экология и безопасность в техносфере: современные проблемы и пути решения: сборник трудов Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов. В 2-х томах, Томск, 5-6 Ноября 2015. – Томск: Изд-во ТПУ, 2015. – Т. 2 – С. 320-322.

Абдуллина (Акулова) О. А., Система обеспечения пожарной безопасности / О.А. Абдуллина (Акулова) // Прогрессивные технологии и экономика в машиностроении: сборник трудов VI Всероссийской научно-практической конференции для студентов и учащейся молодежи, Юрга, 9-11 Апреля 2015. – Томск: Изд-во ТПУ, 2015. – С. 821-823.

Абдуллина (Акулова) О. А., Внедрение и принцип работы системы сейсмического мониторинга горного массива для работы в условиях ООО «Шахта «Усковская» / О.А. Абдуллина (Акулова) // Инновационные технологии в машиностроение: сборник трудов VII международной научно-практической конференции, Юрга 19-21 Мая 2016. – Томск: Изд-во ТПУ, 2016. – С. 387-389.

Список используемых источников

1. О промышленной безопасности опасных производственных объектов: Федеральный закон от 21 июля 1997 N 116-ФЗ (ред. от 13.07.2015) // Собрание законодательства РФ. – 1997. - 19 с.
2. Инструкции по дегазации в угольных шахтах Федеральная служба экологическому, технологическому и атомному надзору: Приказ от 20 марта 2011 № 679 – 2011. - 165 с.
3. Пояснительная записка к вентиляционному плану ООО «Шахта «Усковская» на 2015год В.А Емельянов – 2015. - 20с.
4. Пучков Л.А. Перспективы промышленного извлечения угольного метана // Горный информационно-аналитический бюллетень / Л.А Пучков, С.В. Сластунов, Г.М. Презент. - М.: Изд-во МГГУ, 2002. – 10с.
5. Егоров П.В. Основы горного дела: Учебник для вузов / Е.А. Бобер, П.В. Егоров. – М.: Изд-во МГГУ, 2006. - 400 с.
6. СНиП 22-01-95 Геофизика опасных природных воздействий. – М.: МИНСТРОЙРОССИИ, 1996. – 9 с.
7. Болт Б. А. Землетрясения / Б.А. Болт – М.: Мир, 1981. – 256 с.
8. Броунов П.И. Гроза // Энциклопедический словарь Брокгауза и Ефрона / И.П. Броунов. – СПб.: АО Ф.А. Брокгауз, 1907. – 214 с.
9. ГОСТ 12.1.007-76 Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности. – М.: Стандарты нормы, 2007. – 7 с.
10. Пучков Н.Г. Товарные нефтепродукты, их свойства и применение. Справочник / Н.Г. Пучков, Е.М Забрянский. – М.: Химия, 1971. – 414 с.
11. ГОСТ 25543-88 Угли бурые, каменные и антрациты. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1989. – 17 с.
12. ГОСТ Р 12.3.047-98 Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. – М.: Госстандарт России, 1998. – 89 с.

13. Шебеко Ю.Н. Пособие по применению НПБ 105-03 Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности / Ю.Н. Шебеко, И.М. Смолин, И.С. Молчадский. – М.: ВНИИПО, 1998. – 60 с.
14. ОАО «КузбассГипроШахт», 4622П/01-ГОЧС., проектная документация, том 11, 2013. – 451 с.
15. Атапина Н.В. Сравнительный анализ методов оценки рисков и подходов к организации риск – менеджмента / Н.В. Атапина. – М.: Молодой ученый, 2013. - 243 с.
16. Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах. Приложение к Приказу МЧС РФ от 10 июля 2009 № 404. – 2009. – 40 с.
17. НПБ 23-01 Пожарная опасность технологических сред. Номенклатура показателей. – М.:ВНИИПО, 2001. – 4 с.
18. РД 34.21.122-87 Инструкции по устройству молниезащиты зданий и сооружений. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 23 с.
19. СО 153-34.21.122-2003 Инструкции по устройству молниезащиты зданий и сооружений и промышленных коммуникаций. – М.: ЦПТИ ОРГРЭС, 2004. – 60 с.
20. ГОСТ Р 12.3.047-2012 Пожарная безопасность технологических процессов. – М.: Стандартинформ, 2014. – 65 с.
21. СП 12.13130.2009 Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности. – М.: ВНИИПО, 2009. – 27 с.
22. Ушаков К.З. Безопасность ведения горных работ и горноспасательное дело: учеб. пособие / К.З. Ушаков, Н.О. Каледина, Б.Ф. Кирин. – М.: Изд-во МГГУ, 2002. - 487 с.
23. ГН 2.2.5.1313-03 Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны. – М. ВНИИПО, 2003. – 117 с.

24. Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности Правила безопасности в угольных шахтах Приказ Ростехнадзора от 19.ноября.2013 N 550 (ред. от 02.04.2015) // Собрание законодательства РФ. – 2013. – N 129 – 54 с.
25. СП 1.13130.2009 Система противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы. – М.:ВНИИПО, 2009. – 45 с.
26. Проект маркшейдерских работ ООО «Шахта «Усковская», 2016. – 25 с.
27. Седов Б.Я. Буровые установки для проходки скважин и стволов / Б.Я. Седов, А.Т. Николаенко, Н.Д. Терехов. – М.:Недра, 1972. – 326 с.
28. Ивановский И.Г. Шахтные вентиляторы: учеб. пособие / И.Г. Ивановский. – Владивосток: ДВГТУ, 2003 – 192 с.
29. Тургель Д. К. Горные машины и оборудование подземных разработок: учеб. пособие / Д.К. Тургель. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2007. – 302 с.
- 30 Проект маркшейдерских работ ООО «Шахта «Усковская», 2016. – 25 с.
31. Галдин В.Д. Вентиляторы и компрессоры: учеб. пособие / В.Д. Галдин. – Омск: Изд-во СибАДИ, 2007. – 108 с.
32. Арбузов В.В. Экономика природопользования / В.В. Арбузов, Мартынова Н.М. – Пенза: МНЭПУ, 2000 – 90 с.
33. Бобылев С.Н. Экономика природопользования / С.Н. Бобылев, Ходжаев. – М.: ТЕИС, 1997 – 273 с.
34. Араклов В.Е. Методические вопросы экономики энерго-ресурсов / В.Е. Араклов, А.И. Кремер. – М.: Энергоатомиздат, 1990 – 190 с.
35. РД 03-496-02 Методические рекомендации по оценке ущерба от аварий на опасных производственных объектах. – М.: Стандартинформ, 2002 - 19 с.

36. Методические рекомендации по определению платы за выбросы, сбросы (размещение) загрязняющих веществ в природную среду. – Л.: Госкомитет ССР по охране природы, 1991 – 47 с.
37. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.декабря 2001 N 197 (ред. от 30.12.2015) // Собрание законодательства РФ. – 2001. – 272 с.
38. ГОСТ 12.4.011-89 Средства защиты работающих. Классификация. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1989. – 8 с.
39. Бекирбаев Б.Д. Борьба с угольной и породной пылью в шахтах / Б.Д. Бекирбаев, Г.С. Гродель, П.А. Гульшин – М.: Госгортехиздат, 1959. – 499 с.
40. Щадов М.И. Правила безопасности в угольных и сланцевых шахтах / М.И. Щадов, И.М. Владыченко – М.: Недра, 1973. – 510 с.
41. СН 2.2.4/2.1.8.562-96 Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. – М.: ВНИИПО, 1996. – 8 с.
42. Допустимые уровни шума, вибрации и требования к звукоизоляции в жилых и общественных зданиях. МГСН 2.04.97 (Московские городские строительные нормы). – М., 1997. – 37 с
43. ГОСТ 12.1.012-90. Вибрационная безопасность. Общие требования. – М.: Стандартинформ, 2006. – 31.
44. Щадов В.М. Шахтное освещение / А.В. Польшин, В.М. Щадов. – М.: Недра, 2008. – 132 с.
45. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей Приказ Минэнерго от 13.января 2003 № 6. – 2003.
46. РД 153-34.0-03.150-00. Межотраслевые правила по охране труда при эксплуатации электроустановок. – М.: Стандартинформ, 2001. – 65 с.
47. Бобкова О.В. Охрана труда и техника безопасности. Обеспечение прав работника / О.В. Бобкова – М.: Омега-Л, 2008. – 380 с.
48. Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний. Федеральный закон от 24

июля 1998 № 125-ФЗ (ред. от 29.12.2015) // Собрание законодательства РФ. – 1998. – 38 с.

49. Об утверждении программы развития угольной промышленности России на период до 2030 года. Распоряжение Правительства РФ от 21.06.2014 N 1099-р [электронный ресурс] / КонсультантПлюс; Распоряжение; Версия Проф. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_165139/. Дата обращения 27.05.2016.

50. Масленникова И.С. Управление экологической безопасностью и рациональным использованием природных ресурсов: учеб. пособие. / И.С. Масленникова, В.В. Горбунова. – СПб.: СПбГИЭУ, 2007. – 497 с.

