

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

«Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)»

Политехнический институт

Факультет «Механико-технологический»

Кафедра «Безопасность жизнедеятельности»

Рецензент, _____
_____/_____/_____
« ____ » _____ 2019 г.

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой БЖД
_____/А.И. Сидоров/
« ____ » _____ 2019 г.

Выявление и анализ опасных производственных ситуаций
на угольной шахте, как средство предотвращения пожаров и взрывов

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ)
ЮУрГУ – 20.04.01.2019.247 ВКР МД

Научный руководитель, доктор техн.наук,
профессор

_____/И.Л. Кравчук/
« ____ » _____ 2019 г.

Автор диссертации
Студент группы П-267

_____/А.А. Темербаева /
« ____ » _____ 2019 г.

Нормоконтролер, кандидат техн.наук, доцент

_____/Г.А. Полунин /
« ____ » _____ 2019 г.

Челябинск 2019

РЕФЕРАТ

Темербаева А.А. Выявление и анализ опасных производственных ситуаций на угольных шахтах, как средство предотвращения пожаров и взрывов. – Челябинск: ЮУрГУ, П-267, 2019. – 61 с., 9 ил., 4 табл., библиогр. список – 53 наим.

В ходе анализа научно-методической базы было выявлено, что современные подходы и методы обеспечения безопасности основываются на соблюдении требований безопасности и направлены на прогнозирование и предотвращение возникновения аварий и травм. В угольной промышленности отсутствует механизм контроля, позволяющего выявлять предпосылки пожаров и взрывов на ранних стадиях. Выявлять причины и осуществлять профилактику пожаров и взрывов необходимо соответствующим организационным инструментом.

Современные подходы и методы обеспечения безопасности основываются на соблюдении требований безопасности и направлены на прогнозирование и предотвращение возникновения аварий и травм. Нами был рассмотрен и использован такой механизм как опасная производственная ситуация, для предотвращения пожаров и взрывов на угледобывающих предприятиях.

Метод контроля опасной производственной ситуации заключается в том, что при всех стечениях обстоятельств и факторов, приводящих к пожару, людям неизбежно приходится работать с отклонениями от противопожарной защиты, но все эти источники опасностей взяты на контроль, с целью не допустить пожар.

В ходе данного исследования можно сделать вывод, что контроль пожароопасных ситуаций с помощью механизма опасной производственной ситуации снижает вероятность возникновения пожаров в угольной шахте.

SYNOPSIS

Temerbayeva A. A. Identification and analysis of hazardous industrial situations in coal mines as a means of preventing fires and explosions. – Chelyabinsk: SUSU, P-267, 2019. – 61 p., 9 il., 4 tabl., Bibliografy – 53.

During the analysis of scientific and methodical base it was revealed that modern approaches and methods of safety are based on compliance with safety requirements and are aimed at forecasting and prevention of accidents and injuries. In the coal industry, there is no control mechanism to detect the background of fires and explosions in the early stages. It is necessary to identify the causes and prevent fires and explosions with an appropriate organizational tool.

Modern approaches and methods of safety are based on compliance with safety requirements and are aimed at predicting and preventing the occurrence of accidents and injuries. We have considered and used such a mechanism as a dangerous production situation to prevent fires and explosions in coal mining enterprises.

The method of control of a dangerous industrial situation is that under all circumstances and factors leading to a fire, people inevitably have to work with deviations from fire protection, but all these sources of hazards are taken under control in order to prevent a fire.

In the course of this study, it can be concluded that the control of fire situations with the help of the mechanism of a dangerous production situation reduces the likelihood of fires in a coal mine.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
1 ПОЖАРЫ И ВЗРЫВЫ НА УГОЛЬНЫХ ШАХТАХ И ИХ ПОСЛЕДСТВИЯ	9
1.1 Пожарная безопасность в угольных шахтах России	9
1.2 Анализ статистических данных о пожарах и взрывах на угольных шахтах	12
1.3 Основные причины и последствия взрывов и пожаров на угледобывающих предприятиях	17
2 УПРАВЛЕНИЕ РИСКАМИ ПУТЕМ КОНТРОЛЯ ОПАСНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИТУАЦИЙ НА УГОЛЬНОЙ ШАХТЕ.....	31
2.1 Анализ нормативного обеспечения организации работы с опасными производственными ситуациями.....	31
2.2. Разбор опасных производственных ситуаций на угольной шахте.....	35
2.3 Организация работы по предотвращению опасных производственных ситуаций на угольной шахте.....	39
3 МЕТОДИКА ВЫЯВЛЕНИЯ ОПАСНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИТУАЦИЙ НА УГОЛЬНОЙ ШАХТЕ ДЛЯ ИХ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ.....	43
3.1 Выявление предпосылок и прогноз возникновения опасных производственных ситуаций	43
3.2 Устранение опасных производственных ситуаций	48
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	50
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	52
ПРИЛОЖЕНИЯ	59

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы: Одним из наиболее опасных производств является горное производство, в частности добыча угля подземным способом. В угольных шахтах одной из тяжелейших аварий является пожар. Несмотря на уменьшение на протяжении последних двадцати пяти лет количества ежегодно возникающих пожаров, на угольных шахтах России, ущерб от пожаров остается высоким и измеряется сотнями миллионов рублей (рисунок 1) [51]. По данным Ростехнадзора, основными причинами пожаров аварий являются организационные причины. Пожары остаются основной причиной аварий на шахтах (рисунок 2).

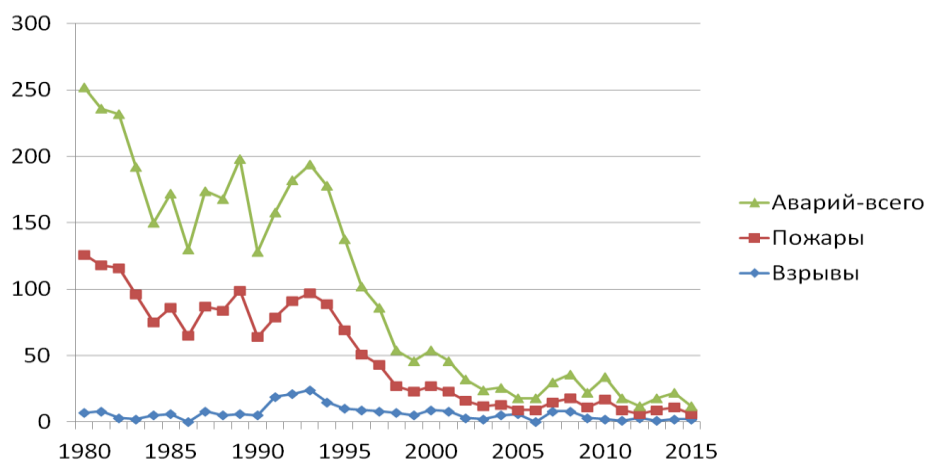


Рисунок 1 – Количество зарегистрированных аварий в угольных шахтах в РСФСР и РФ

2013	2014	2015	2016	2017	2018
4 пожара	3 пожара	5 пожаров	1 пожар	-----	4 пожара
4 взрыва	3 взрыва	-----	4 взрыва	-----	-----
1 обрушение	1 обрушение	2 обрушения	1 обрушение	1 обрушение	-----
1 затопление	1 затопление	1 затопление	1 затопление	1 затопление	-----
1 горный удар	-----	-----	-----	-----	-----
-----	-----	-----	1 загазирование	-----	-----
-----	-----	-----	-----	1 выброс	-----
-----	-----	-----	-----	-----	1 БВР
11 аварий	8 аварий	8 аварий	8 аварий	3 аварии	5 аварий

Рисунок 2 – Классификация аварий, произошедших в угольных шахтах АО СУЭК «Кузбасс»

К основным причинам возникновения аварий относятся: игнорирование персоналом безопасности ведения работ, организация производственного процесса допускает наличие нарушений, неэффективность системы управления промышленной безопасностью и охраной труда, низкая культура безопасности. Необходимо выявлять причины и осуществлять профилактику пожаров и взрывов соответствующим инструментом. Этой задачи отвечает анализ, заключающийся в рассмотрении причин пожаров и взрывов с точки зрения опасной производственной ситуации.

Согласно В.Б. Артемьеву, В.А. Галкину, И.Л. Кравчуку «Опасная производственная ситуация – это совокупность производственных факторов в деятельности предприятия или его подразделений (условий, обстоятельств и решений риск-менеджмента), обуславливающая возникновение, нарастание и возможную реализацию вероятности негативного события» [9]. Опасные производственные ситуации возникают по причине ошибочных действий рабочих, недостаточно согласованных действий исполнителей работы, непредвиденных отказов технических средств.

На практике анализ опасной производственной ситуации сопровождается разработкой мероприятий по предупреждению подобных случаев на конкретном рабочем месте. Причем разработка таких мероприятий должна вытекать из обоснованного и детального анализа рассматриваемых ситуаций, с выявлением всех неблагоприятных факторов, возникающих в процессе трудовой деятельности каждого исполнителя [36].

В связи с этим исследование возможностей анализа опасных производственных ситуаций для профилактики пожаров и взрывов является актуальной научно-практической задачей, решение которой обеспечит предотвращение этих негативных событий на угледобывающих предприятиях.

Цель работы: повышение эффективности мер по профилактике пожаров и взрывов на угольной шахте на основе контроля опасных производственных ситуаций.

Реализация цели требует постановки и решения следующих основных задач исследования:

- провести анализ литературных источников;
- выполнить анализ статистических данных по взрывам и пожарам на угольных шахтах;
- установить причинно-следственные связи между пожарами и опасными производственными ситуациями;
- разработать меры по снижению риска пожаров и взрывов.

Объект исследования: система производственного контроля на угольной шахте.

Предмет исследования: установление зависимости пожаров и взрывов на угольной шахте от наличия или отсутствия контроля опасных производственных ситуаций.

Степень изученности проблемы. Выявление опасных производственных ситуаций, а также обнаружение и борьба с пожарами и взрывами в угольных шахтах сегодня является объектом изучения многих специалистов. Литературу, посвященную анализу опасным производственным ситуациям и возникновению пожаров и взрывов в угольных шахтах можно разделить на две группы:

- 1) организация и функционирования систем обеспечения безопасности горного производства;
- 2) выявление и предотвращения пожаров и взрывов на угольных шахтах.

К первой группе относятся работы: В.Б. Артемьева, И.А. Бабокина, А.И. Добровольского, И.Л. Кравчука, В.В. Лисовского, А.В. Смолина, где рассматриваются конкретные задачи, связанные с формированием и функционированием эффективной системы производственного контроля на горнодобывающих предприятиях [8, 10, 20, 32, 36, 42].

Работы второй группы – это работы, в которых рассматриваются проблемы обнаружения и борьбы с пожарами в угольных шахтах, где в сложных горно-геологических условиях добывали уголь. Большой вклад в изучение процесса

возникновения и разработку способов борьбы с пожарами в рудниках внесли Е.А. Колесниченко, В.Г. Черечукин, Е.В. Кравченко, А.И. Суботин, В.А. Тюрин, А.В. Фролов и др [29, 30, 31, 45, 51, 53].

В ходе анализа научно-методической базы можно сделать вывод, что современные подходы и методы обеспечения безопасности основываются на соблюдении требований безопасности и направлены на прогнозирование и предотвращение возникновения аварий и травм. Однако не был рассмотрен и использован такой механизм как ОПС, для предотвращения пожаров и взрывов на угледобывающих предприятиях. В угольной промышленности отсутствует механизм контроля, позволяющего выявлять предпосылки пожаров и взрывов на ранних стадиях. Выявлять причины и осуществлять профилактику пожаров и взрывов необходимо соответствующим организационным инструментом [19].

Научная новизна: состоит в адаптации ОПС к пожарной безопасности на угольных шахтах.

Апробация результатов исследования: результаты работы представлены в XXI межвузовской научно-практической конференции «Современные направления развития технологии, организации и экономики строительства» (ВИТУ г. Санкт-Петербург, апрель, 2018 г.); VII Всероссийской научно-практической конференции «Техносферная безопасность в XXI веке» (ИРНТУ, г. Иркутск, ноябрь 2018 г.).

Публикации: по материалам диссертации опубликовано три статьи: 1) Анализ повторяемости опасных производственных ситуаций на угольных шахтах; 2) Разбор причин возникновения пожаров путем анализа пожароопасных ситуаций; 3) Подход к предотвращению пожароопасных ситуаций на угольных шахтах.

Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения, библиографического списка, приложения.

Объем работы: содержит 61 страницу машинописного текста, 4 таблицы, 9 рисунков. Библиографический список включает 53 источника.

1 ПОЖАРЫ И ВЗРЫВЫ НА УГОЛЬНЫХ ШАХТАХ И ИХ ПОСЛЕДСТВИЯ

1.1 Пожарная безопасность в угольных шахтах России

Угледобывающие шахты в соответствии с Федеральным законом «О промышленной безопасности» от 21.07.1997 № 116 отнесены к опасным производственным объектам [3].

Технологические процессы в угольной промышленности часто формируют взрывоопасные смеси. При наличии аварийных ситуаций, нарушений требований безопасности такие смеси могут воспламениться при переходе в стадию взрыва. Такие ситуации представляют наибольшую опасность в угольных шахтах. Добыча угля сопровождается выделением метана и угольной пыли. Следовательно, при нарушении требований пожарной безопасности или в аварийных ситуациях метан или угольная пыль могут воспламеняться с возможным переходом в стадию взрыва [22].

Рассмотрение проблем пожарной безопасности на опасных производственных объектах следует начать с основных понятий и терминов, поскольку разные источники имеют разноречивые понятия для описания одинаковых процессов. В данной выпускной квалификационной работе используются понятия и термины, взятые из функционирующих стандартов Российской Федерации.

В соответствии с ГОСТ Р 22.0.05. – 94: «Пожарная безопасность – состояние защищенности населения, объектов народного хозяйства и иного назначения, а также окружающей природной среды от опасных факторов и воздействий пожара» [4].

В соответствии с Федеральным законом от 21 декабря 1994 г. № 69 – ФЗ «Пожар – неконтролируемое горение, причиняющее материальный ущерб, вред жизни и здоровью граждан, интересам общества и государства» [2].

Термин взрыв определен в ГОСТ Р 22.0.05 – 94 следующим образом: «Взрыв – быстропротекающий процесс физических и химических превращений веществ, сопровождающийся освобождением значительного количества энергии

в ограниченном объеме, в результате которого в окружающем пространстве образуется и распространяется ударная волна, способная привести или приводящая к возникновению техногенной чрезвычайной ситуации» [4].

Согласно ГОСТ Р 12.1.044 – 89 [6]:

– горение – экзотермическая реакция, протекающая в условиях её прогрессивного самоускорения;

– воспламенение – пламенное горение вещества, инициированное источником зажигания и продолжающееся после его удаления;

– самовоспламенение – резкое увеличение скорости экзотермических объемных реакций, сопровождающееся пламенным горением и/или взрывом;

– пожаровзрывоопасности веществ и материалов – совокупность свойств, характеризующих их способность к возникновению и распространению горения. Следствием горения, в зависимости от его скорости и условий протекания, могут быть пожар (диффузионное горение) или взрыв (дефлаграционное горение предварительно перемешанной смеси горючего с окислителем).

Вышеперечисленные термины позволят рассмотреть проблему выявления и анализа опасных производственных ситуаций на угольной шахте, для предотвращения пожаров и взрывов.

Практически каждый технологический процесс при добыче угля подвергается высочайшему риску возникновения пожароопасной ситуации. Проблема высокого риска возникновения пожароопасной ситуации становится особо острой, когда любой инцидент, связанный с пожаром или взрывом, опасен не только материальными, но и социальными последствиями [25].

В связи с ростом экономического ущерба от пожаров и степенью тяжести горных работ в угольных шахтах применение механизма ОПС для обнаружения на ранней стадии подземного пожара, является актуальной. В этом случае необходимо использование одного из известных способов обнаружения подземных пожаров обязательно должно дублироваться применением

организационных или иных мероприятий, обеспечивающих повышение общего уровня пожарной безопасности на угледобывающем предприятии [17].

Далее нами были рассмотрены современные способы, позволяющие повысить пожарную безопасность горных работ.

Внедрение современного технологического оборудования:

– установка в угольных шахтах нового технологического оборудования, отвечающего современным требованиям безопасности;

– модернизация используемого оборудования до уровня, отвечающего современным требованиям.

Внедрение интегрированной системы аэрогазового контроля или автономной системы обнаружения начальной стадии пожара:

– внедрение системы в горнодобывающей промышленности, которая отслеживает и контролирует пожарную ситуацию в шахте;

– внедрение на производстве системы, осуществляющей регистрацию начальной стадии пожарной ситуации в угольной шахте, с функцией определения текущей пожарной обстановки, прогноза вероятности возникновения пожара на участке.

Метод организационных мер включает в себя перечень мер по повышению уровня осведомленности и культуры производства среди работников, а также по улучшению организации производства с целью повышения его эффективности. Список организационных мер должен быть составлен в отношении каждого производственного участка и всего предприятия или производственного объединения. Список действий для сайта включает действия, которые обеспечивают их поведение на соответствующих средних уровнях производственной структуры. Для всего предприятия организационные действия должны быть включены в масштаб всех разделов и звеньев производственной цепочки и требуют значительных материальных и трудовых затрат [22].

Разработка перечня организационных мероприятий начинается с экономического анализа начального уровня производства и осуществляется в соответствии с целями улучшения производства на планируемый период. Для каждого события, включенного в план, определяются сроки и лица, ответственные за их реализацию, определяются источники возмещения затрат, необходимые материальные ресурсы, эффективность реализации, срок окупаемости и т.д.

Описанный выше способ повышения пожарной безопасности и безопасности на рабочем месте на производстве сам по себе не может обеспечить высокий уровень, поскольку обучение и обучение персонала должны проводиться в сочетании с другими техническими методами, например, внедрением системы обнаружения пожара.

Способ организации процесса – задача оптимального использования ресурсов на крупном предприятии. Распределение персонала и материалов, необходимых для планирования, проектирования и управления сложными процессами. Метод организации производства в первую очередь касается использования технических средств, а также методов исследования операций с целью повышения эффективности и производительности труда [25].

В настоящее время существует много разработок в области технологического оборудования для горнодобывающих предприятий, касающихся аспектов повышения безопасности труда на предприятии. Однако технологическое оборудование требует больших финансовых вложений. Следовательно, выполнение текущих требований безопасности не является приемлемым и экономически эффективным [41].

1.2 Анализ статистических данных о пожарах и взрывах на угольных шахтах

Российская Федерация занимает второе место по запасам угля в мире, и добыча угля ведется в 25 субъектах страны. Более половины (52 %) угля

добывается в Кузнецком бассейне, 12 % – в Канско-Ачинском бассейне, по 3 % – в Восточно-Донецком и Южно-Якутском бассейнах. Кузнецкий бассейн, расположенный в Кемеровской области в Западной Сибири – самый значительный источник угля, рост выработки которого в России за последние десять лет обусловлен в первую очередь вводом новых добывающих мощностей в области.

Рассмотрим филиал СУЭК в Кузбассе, поскольку там ведется активная работа в области обеспечения безопасности, в том числе пожарная. Кузбасский филиал ОАО «СУЭК» был создан в июне 2003 года в городе Ленинск-Кузнецкий.

В 2017 году в состав АО «СУЭК-Кузбасс» входит 9 шахт, 2 угольных разреза, 4 обогатительных фабрики и 15 сервисных предприятий, расположенных на территории городов Ленинск-Кузнецкий, Полысаево, Киселевск и Беловский район.

Пожары в подземных выработках представляют большую опасность потому, что продукты горения, содержащие ядовитые и вредные газы, разносятся вентиляционной струей по выработкам шахты и приводят к отравлению находящихся в шахте людей.

Кроме опасности отравления людей вредными веществами, пожары в шахтах, могут сопровождаться взрывами газа или пыли и рабочие могут быть травмированы взрывной волной. Однако и при взрывах газа или пыли около 70 % несчастных случаев происходит в результате отравления работающих ядовитыми газами, главным образом окисью углерода. Подземные пожары, кроме гибели людей, приносят большие разрушения, выводя из строя участки, а иногда и целые шахты [30].

Пожары в шахтах возникают и распространяются при условии наличия горючих материалов и источников тепловых импульсов. Тепловые импульсы могут возникать в подземных выработках в самом топливном материале в результате самовозгорания угля, а также из-за неисправности

электрооборудования и открытого огня при курении в шахте, отказах ламп, взрывных работах, сварке и т.д. В зависимости от этого подземные пожары делятся на две большие группы: эндогенные, возникающие в результате самовозгорания угля, и экзогенные, возникающие в результате воздействия внешних источников тепла. Статистика показывает, что количество эндогенных и экзогенных пожаров, происходящих на угольных шахтах, примерно одинаково [31].

Возникновение эндогенных пожаров в районах определяется степенью склонности угля к самовозгоранию, геологическими и горными условиями. Склонность угля к самовозгоранию характеризуется его способностью поглощать кислород. Когда это происходит, окисление с выделением тепла и повышением температуры. С повышением температуры поглощающая способность угля увеличивается, и он постепенно нагревается, так что медленное окисление превращается в горение. Наиболее активными в этом отношении являются бурый уголь, малоактивный антрацит [45].

Самовозгорание чаще всего возникает в раздавленных неизолированных от доступа воздуха целиках, у сбросов, при выклинивании пласта и других геологических нарушениях, а также в выработанном пространстве при оставлении там угля в предохранительных пачках [49].

Внешние признаки самовозгорания и самонагрева угля следующие: увеличения влажности воздуха, доходящие до появления тумана; потение стенок выработок на участке самонагрева; появление в горных выработках специфических запахов керосина, бензина, а при дальнейшем развитии пожара запаха смолы; повышение температуры воздуха и подземных вод, где происходит самонагревание угля, а также повышение температуры пород в горных выработках.

Большую опасность для подземных рабочих представляют экзогенные пожары, как наиболее быстро распространяющиеся. Открытым огнем в шахте

принято считать: электрические искры и дуги; искры от резцов при работе комбайна; взрыв метана или пыли [51].

Большое значение также имеют меры предупреждения появления открытого огня и по другим причинам (неисправность ламп, курение и др.).

Количество пожаров, возникающих на угольных шахтах Кузбасса с 2001 по 2010 гг., в том числе эндогенного и экзогенного происхождения, а также причиненный ими экономический ущерб, приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Общее количество пожаров, возникших на угольных шахтах Кузбасса, и причиненный ими экономический ущерб

Год	Количество пожаров	Эндогенные пожары	Экзогенные пожары	Ущерб от эндогенных пожаров, тыс.руб.	Ущерб от экзогенных пожаров, тыс.руб.
2010	6	4	2	243263	30101
2009	2	2	—	49999	—
2008	2	2	—	31699	—
2007	5	3	2	2947	49751
2006	4	3	1	30085	3612
2005	4	2	2	1372	62445
2004	8	8	—	21128	—
2003	6	6	1	74877	1570
2002	2	2	4	500	105780
2001	6	6	1	26765	29

Из приведенных данных ясно, что наибольшее количество пожаров на шахтах Кузбасса было вызвано самовозгоранием угля. Кроме того, экономический ущерб от эндогенных пожаров уменьшается, если процесс самовозгорания обнаруживается и устраняется на ранней стадии развития.

Далее рассмотрим крупные аварии последних 12 лет, где причиной является взрыв метана (таблица 2).

Таблица 2 – Крупнейшие аварии на угольных шахтах России

Год	Название шахты	Погибло, человек	Месторасположение шахты
2004	Шахта «Сибирская»	6	г. Анжеро-Судженск, Кемеровская обл.

2004	Шахта «Тайжина»	47	г. Осинники, Кемеровская обл.
2004	Шахта «Листвяжная»	13	г. Белово, Кемеровская обл.

Окончание таблицы 2

Год	Название шахты	Погибло, человек	Месторасположение шахты
2013	Шахта №7	8	г. Киселевск, Кемеровская обл.
2013	Шахта «Воркутинская»	19	г. Воркута, Республика Коми
2016	Шахта «Северная»	36	г. Воркута, Республика Коми
2005	Шахта «Есаульская»	25	г. Новокузнецк, Кемеровская обл.
2007	Шахта «Ульяновская»	110	г. Новокузнецк, Кемеровская обл.
2007	Шахта «Юбилейная»	39	г. Новокузнецк, Кемеровская обл.
2010	Шахта «Распадская»	91	г. Междуреченск, Кемеровская обл.

Все эти аварии и, в частности, авария на шахте «Распадская» выявили пробелы в системе промышленной безопасности угольной промышленности.

Для более подробного анализа возникновения пожаров и взрывов на угольных шахтах рассмотрим мировую статистику (таблица 3).

Таблица 3 – Мировая статистика пожаров и взрывов на угольных шахтах

Дата	Страна	Название шахты	Вид аварии	Погибло, человек
26 апреля 1942 год	Китай	Бэньсиха	Взрыв метана и пожар	1549
10 марта 1906 год	Франция	Курьер	Взрыв и пожар. Воспламенение угольной пыли от шахтерской лампы	1099
9 мая 1960 год	Китай	Лаобайдонг	Взрыв метана	682
1963 год	Япония	Мицуи Миике	Взрыв угольной пыли	458
14 октября 1913 год	Великобритания	Сененидд	Взрыв угольной пыли	440
21 января 1960 год	Южная Африка	Coalbrook	Взрыв метана	435

1975 год	Индия	Часнала	Взрыв угольной пыли	372
14 декабря 2014 год	Китай	город Цзиси	Взрыв газа	10

Окончание таблицы 3

Дата	Страна	Название шахты	Вид аварии	Погибло, человек
5 июля 2014 год	Китай	Huanghan	Взрыв	17
17 декабря 2015	Китай	город Хулудао	Пожар в результате сварочных работ	13
4 марта 2015 год	ДНР	Засядько	Взрыв	30
31 октября 2016 год	Китай	город Лайсу	Взрыв	33
3мая 2017 год	Иран	провинция Голестан	Взрыв	21

Учет пожаров, проводимых в нашей стране и других развитых странах, позволяет выявить примерное распределение ущерба и гибели людей от опасных факторов пожара.

1.3 Основные причины и последствия взрывов и пожаров на угледобывающих предприятиях

Подземные пожары являются наиболее распространенными и сложными типами несчастных случаев на шахтах. Подземные пожары называются возникающими в шахтах выработками шахт. Подземные пожары также включают пожары, возникающие на поверхностных комплексах, и в этом случае продукты сгорания могут попадать в выработку [31].

Наиболее опасными являются пожары в существующих шахтах, поскольку они характеризуются быстрой активацией и угрозой массового отравления людей продуктами сгорания.

Как уже было описано выше, существует два типа пожаров в горной промышленности у источника возгорания: от различных внешних причин (экзогенных) и от самовозгорания угля (эндогенных).

К причинам, вызывающим экзогенные пожары относятся:

- короткие замыкания электрических кабелей и неисправности электрооборудования;
- взрывные работы в угольных шахтах;
- варочные и автогенные работы;
- открытый огонь в шахтах;
- чрезмерное механическое трение в механизмах и машинах;
- воспламенение горючих жидкостей при нагревании [29].

Эндогенные пожары возникают в результате самовозгорания угля, которое зависит от склонности угля к саморазогреву, а также от геологических и горных условий разрабатываемых месторождений. Самовозгорание возникает в результате постоянного окисления разрыхленного и раздробленного угля в столбах. Процесс окисления происходит с выделением тепла. Если условия извлечения угля, склонные к саморазогреву, не предусматривают отвода тепла, выделяемого в угле, и в нем остается 50 – 70 % его, а температура достигает 300 – 350 °С, то самонагрев превращается в самовозгорание [28].

Далее мы рассматриваем взрывы газа и угольной пыли, как наиболее сложные и опасные аварии на угольных шахтах. Основными повреждающими факторами для человека являются: ядовитые продукты взрыва и бескислородная среда в исходящем потоке воздуха, ударная волна и высокая температура воздуха. Проведение работ по ликвидации последствий взрывов осложняется дополнительными опасностями для людей: нарушением или полным прекращением вентиляции, возможными пожарами, повторными взрывами, блокированием горных выработок.

Взрывоопасные газы, которые могут появиться в атмосфере шахты, включают метан, водород, окись углерода и сероводород. Сероводород взрывается при содержании в воздухе 6 %, окиси углерода - от 12,5 до 75 %, водорода – от 4 до 74 %, но эти газы редко встречаются во взрывоопасных концентрациях

в шахте. Наиболее распространенными в шахтах являются взрывы метана и угольной пыли [22].

Взрыв метана возможен при его накоплении в воздухе от 5 до 16 % и наличии источника тепла, способного взрывать метан (температура воспламенения метана составляет 650 – 750 °С).

Угольная пыль воспламеняется при температуре 700 – 800 °С. Нижний предел образования пыли, при котором может произойти взрыв взвешенной угольной пыли, составляет 10 – 50 г/м³, а верхний взрывоопасный предел – 2000 – 3000 г/м³. Было установлено, что присутствие угольной пыли в воздухе снижает нижний предел взрываемости метана, а метан, в свою очередь, снижает нижний предел взрываемости угольной пыли.

Взрывы метана в шахтных выработках могут происходить при недостаточной вентиляции, что приводит к повышенному содержанию метана в шахтном воздухе. Взрывы угольной пыли могут происходить при нормальной вентиляции выработок, но при значительном скоплении пыли в выработках во взвешенном состоянии. Причинами, приводящими к взрыву газов и угольной пыли, являются: нарушение правил взрывных работ, нарушение правил эксплуатации электрооборудования, искрение при закрытой батарее батарей, искрение при работе различных механизмов, курение, открытый огонь в шахте [24].

Взрывы газа могут происходить при подземном пожаре, в то время как предпосылками или признаками взрыва (образования ударной волны) являются: внезапное резкое изменение направления воздушного потока, внезапная остановка движения воздуха, «давление» на уши, отдаленный звук, вибрация в шахте.

Многие твердые негорючие или огнестойкие вещества (цинк, алюминий, сера, уголь и т. д.) Становятся взрывоопасными в пылевидном состоянии. Это связано с большой поверхностью контакта распыленного вещества с кислородом воздуха, поглощением кислорода частицами пыли и способностью некоторых веществ

выделять легковоспламеняющиеся газы при нагревании. Частицы пыли угля выделяют легковоспламеняющиеся газы после воспламенения, состоящие в основном из метана и водорода (около 200 – 400 литров горючих газов на 1 кг пыли). Температура воспламенения частиц пыли составляет 700 – 800 °С.

Факторы, влияющие на взрывчатые свойства угольной пыли:

Степень метаморфизма угля выражается содержанием летучих веществ. Все угольные пласты с выходом летучих веществ 15 % и более считаются взрывоопасными. Угли с более низким содержанием летучих (кроме антрацита) должны быть подвергнуты лабораторным испытаниям на взрывоопасность пыли. Пыль с содержанием летучих 17 – 32 % взрывается легче всего.

Зольность. По мере увеличения взрывные свойства пыли снижаются. Это обстоятельство служит основанием для использования инертной пыли в качестве средства борьбы со взрывами угольной пыли. Для газовых шахт пыль с содержанием золы более 75 % может считаться невзрывоопасной, для негазовых шахт – 60 %.

Влажность. Чем больше влаги содержит пыль, тем меньше она взрывоопасна. Это обстоятельство используется для борьбы с пылью с помощью воды. При содержании влаги 40 % пыль становится невзрывоопасной.

Тонкость пыли. Частицы пыли размером 0,1 – 0,06 мм являются наиболее опасными при взрыве. Если взрыв уже произошел, в нем также могут участвовать более крупные частицы пыли размером 0,75 – 1 мм.

Нижний предел образования пыли в руднике, при котором может произойти взрыв угля.

Основные мероприятия по предупреждению и локализации взрывов:

Побелка рекомендуется для выработок околоствольного двора, капитальных откаточных и вентиляционных выработок. При этом применяется раствор из одной части цемента и двух частей извести, разбавленных тридцатью частями воды. Расход раствора составляет 0,7 – 0,8 л·м² обрабатываемой поверхности.

Обмывка выработок производится водой или 0,1 % раствором смачивателя. Расход жидкости на обмывку составляет 1,5 – 1,8 литра на один квадратный метр поверхности. Обмывке водой подлежат выработки при пылеотложении до 1,2 г/м² в сутки.

Участки вентиляционных штреков, примыкающие к лавам, протяженностью 200 м при пылеотложении до 50 г/м² в сутки обмывают раствором смачивателя, а при более интенсивном пылеотложении должны устанавливаться непрерывно действующие туманообразующие завесы в таком количестве, чтобы общая длина участка связывания пыли всеми завесами составляло не менее 200 м. Периодичность обмыва – один раз в смену или в сутки.

Локализация и подавление взрывов угольной пыли осуществляется с помощью *водяных и сланцевых заслонов*.

Водяные заслоны представляют собой ряд опрокидывающихся металлических, деревянных или пластмассовых сосудов, вместимостью не более 80 л каждый, устанавливаемых под кровлей поперек выработки. Количество воды и число сосудов в заслоне определяют из расчета 400 л на один квадратный метр сечения выработки. Общая длина водяного заслона должна быть не менее 20 метров.

Сланцевые заслоны представляют собой ряд деревянных полок, установленных у кровли выработок, на которые насыпают инертную пыль. Полки должны легко опрокидываться под действием ударной волны. Количество инертной пыли для заслона определяется из расчета 400 кг на один квадратный метр поперечного сечения выработки.

Осланцевание горных выработок имеет своей целью увеличение содержания негорючих веществ (золы) в угольной пыли путем добавки инертной пыли. Осланцеванию необходимо подвергать все поверхности горных выработок: бока, кровлю, почву и производить его так, чтобы угольная пыль была полностью покрыта инертной.

Орошение водой применяется при зарубке и отбойке угля, погрузке и транспортировании отбитой горной массы, взрывных работах. При орошении происходит увлажнение и связывание отложившейся или находящейся в горной массе пыли, а также улавливание и осаждение взвешенной пыли водяными каплями. Для распыления воды применяются унифицированные форсунки. В настоящее время все выемочные и проходческие машины комплектуются типовой системой орошения. Для снижения пылеобразования при взрывных работах перед взрыванием производят орошение выработки на 20 – 30 м от забоя, применяют также водяные завесы в 10 – 30 м от забоя или распыление воды из полиэтиленовых сосудов посредством взрывания, а также внутреннюю водяную забойку шпуров в полиэтиленовых ампулах.

Пеноподавление пыли достигается при использовании воздушно-механической пены. При заполнении пеной пространства у источников пылеобразования они изолируются от окружающей атмосферы. Пена не только увлажняет пылевые частицы, но и связывает их. *Пылеотсос* заключается в том, что в местах интенсивного пылеобразования специальными установками отсасывается запыленный воздух, после чего пыль осаждается или фильтруется.

Индивидуальные средства защиты применяются в тех случаях, когда комплекс мероприятий по борьбе с пылью не обеспечивает снижение запыленности воздуха на рабочих местах до допустимых норм. На шахтах применяются респираторы по защите от пыли легочно-силового типа «АСТРА – 2», «У – 2К», «ШБ – 1», «ПРШ – 7422.

Оптимальная скорость проветривания заключается в выносе пыли из забоя и разжижении её концентрации поступающим свежим воздухом. Если скорость воздуха недостаточная, то не обеспечивается эффективный вынос и удаление пыли с мест пылеобразования, при высокой скорости наблюдается взметывание осевшей пыли.

Оптимальной по пылевому фактору считается скорость движения воздуха в подготовительных выработках 0,4 – 0,7 м/с, а в очистных забоях 1 – 3 м/с.

Пожарная профилактика – комплекс организационно-технических мероприятий, включающих средства и методы предупреждения и локализации подземных пожаров.

Различают профилактику пожаров экзогенных и пожаров эндогенных. Основные задачи профилактики экзогенных пожаров: снижение пожароопасности технологических процессов добычи полезных ископаемых и эксплуатации горно-шахтного оборудования; преимущественное применение негорючих и трудногорючих крепёжных материалов, трудногорючих резинотехнических изделий, водно-эмульсионных рабочих жидкостей в гидрофицированном оборудовании; повышение пожарной защиты наиболее пожароопасных мест и объектов на горных предприятиях; проведение систематического обучения и тренировки всех горнорабочих приёмам использования первичных средств пожаротушения, правилам поведения и самоспасения при авариях; организация периодического контроля и проверок состояния средств противопожарной защиты; пропаганда пожарно-технических знаний и методов предупреждения и борьбы с подземными пожарами.

Для практической реализации мер пожарной профилактики и борьбы с подземными пожарами на горных предприятиях прокладываются пожарно-оросительные водопроводы, обеспечивающие подачу воды с необходимым для пожаротушения расходом и напором во все горные выработки и камеры; в соответствии с действующими нормативами размещаются первичные средства пожаротушения – ручные, передвижные и стационарные (автоматические) огнетушители и установки с использованием порошковых, газовых и пенных огнегасительных составов.

Для локализации пожаров в ограниченном объёме горных выработок и камер в шахтах размещаются пожарные двери с ручным или автоматическим действием,

а также сооружаются пожарные арки с заранее подготовленными материалами (бетониты, кирпич, песок, глина и т.п.).

Все горные выработки в зависимости от их назначения и пожароопасности крепятся материалами с регламентируемой степенью огнестойкости. При этом преимущественно используются негорючие материалы: монолитный бетон или железобетон, железобетонные или металлические тубинги, стойки, и затяжки. Деревянная крепь подвергается предварительной огнебиозащитной обработке.

Основные задачи профилактики эндогенных пожаров на пластах, склонных к самовозгоранию: выбор и применение соответствующей схемы подготовки и отработки выемочных полей и участков с преимущественным использованием полевых подготовительных выработок; выбор схемы вентиляции, обеспечивающей пожаробезопасную скорость движения (фильтрации) воздуха через выработанное пространство; разделение шахтных полей на обособленные выемочные участки, отделённые друг от друга пожарными целиками или изоляционными полосами из инертных материалов; отработка выемочных полей обратным ходом с вентиляцией очистных забоев на передние выработки; применение закладки выработанного пространства и своевременная его изоляция; пожарно-профилактическая обработка антипирогенами угольных целиков и местного скопления угля; проведение специальных пожарно-профилактических мероприятий в зоне геологических нарушений; установка изоляционных перемычек и сооружение рубашек и полос на отработанных выемочных полях и участках. Меры эндогенной пожарной профилактики осуществляются в соответствии с требованиями инструкций, учитывающих специфику отдельных регионов.

Борьба с подземными пожарами и взрывами на угольных шахтах:

Для выбора эффективных средств и способов тушения подземных пожаров в конкретных условиях необходимо знать основные его параметры:

– среднюю скорость перемещения очага горения по выработке;

- максимальную и среднюю температуру пожарных газов в очаге горения и на заданном удалении от него;
- длину зоны горящей крепи в выработке;
- площадь горящей поверхности;
- расход материала на горение;
- длину зоны действия конвективных потоков навстречу вентиляционному потоку;
- дальность (радиус) эффективного применения (действия) пожаротушащих средств;
- площадь тушения;
- скорость и продолжительность тушения.

Тушение пожаров в шахтах может осуществляться следующими способами:

- активным способом, т.е. непосредственным воздействием на очаг огнегасительными средствами или дистанционная подача в зону горения воды, пены и других огнегасительных веществ по трубопроводам, скважинам или по подводящим выработкам;
- изоляцией пожарного участка от действующих выработок перемычками и другими изоляционными сооружениями с целью прекращения доступа воздуха к очагу пожара;
- комбинированным способом – временной изоляцией пожарного участка перемычками (глухими или со шлюзами) для локализации горения с последующим вскрытием перемычек и окончательным тушением пожара активным способом.

Активный способ тушения подземных пожаров предполагает применение различных огнегасительных средств, которые в зависимости от физико-химических свойств и особенностей применения делятся на жидкие (вода, пена), газообразные (углекислый газ, азот, парогазовая смесь), сыпучие

(огнегасительные порошки, инертная пыль, песок) и флегматизаторы (бромэтиловая смесь).

Сущность пассивного способа состоит в том, что к очагу горения прекращают доступ воздуха и затем ждут, когда пожар потухнет сам собой от недостатка кислорода. Эти методы осуществляются:

- изолированием очага пожара или участка, где возник пожар, перемычками;
- закрытием всех выработок и трещин, сообщающих рудник с земной поверхностью;
- затоплением участка пожара или всей шахты в целом (крайняя мера).

Комбинированные способы – сочетание внешней изоляции участка с активными мерами, направленными для скорейшего тушения пожара.

Выбор того или иного из способов зависит от характера пожара, места его возникновения, размеров, стадий, а также от наличия имеющихся средств борьбы.

В первую очередь следует всегда стремиться к тому, чтобы потушить пожар в самом начале активными способами.

Ответственный руководитель ликвидации аварии и руководитель горноспасательных работ, отправив первые отделения ВГСЧ в шахту при пожаре по плану ликвидации аварий, обязаны выполнить следующее:

- оценить режим проветривания и по возможности направить продукты горения, минуя скопления людей;
- установить все возможные подходы к очагам горения по действующим и отработанным выработкам, скважинам, провалам и др.;
- выбрать способ тушения очагов горения и рассчитать параметры проветривания пожарного участка;
- определить объемы и места размещения сил и средств для локализации и тушения пожара.

Для эффективного тушения подземного пожара необходимо, чтобы параметры тушения планируемых к применению технических средств соответствовали

параметрам развития пожара или превышали их. При этом необходимо учитывать:

- возможность доставки средств к месту применения исходя из его габаритов, конструктивных особенностей и состояния горных выработок (угол наклона, ширина и высота, вид транспортных средств);

- возможность обеспечения пожаротушащего средства источниками энергии и огнетушащими веществами (вода, порошок, пенообразователь и др.);

- возможность применения технического средства исходя из газовой обстановки на аварийном участке, температуры, влажности и задымленности в месте установки средства;

- время доставки технического средства к месту применения, его монтажа и подготовки к работе.

С момента возникновения пожара, независимо от его размеров и характера развития, ответственный руководитель ликвидации аварии и руководитель горноспасательных работ обязаны принять меры по бесперебойной подаче воды на пожарный участок и сосредоточению в шахте мощных средств пожаротушения и аварийных материалов.

При тушении пожара в шахте должен быть установлен режим вентиляции, снижающий активность пожара и создающий условия для его тушения, а также предотвращающий скопление горючих газов до взрывоопасных концентраций и распространение газообразных продуктов горения в места нахождения людей.

Выбор вентиляционного режима определяется степенью опасности шахты по газу метану и взрывчатости угольной пыли и возможностями ее вентиляционной сети. При этом следует также учитывать фактические условия аварийной обстановки, место возникновения пожара и скорость его распространения, величину и направление естественной и тепловой депрессии. Принятый вентиляционный режим должен быть устойчивым и управляемым. Поэтому

необходимо рассматривать каждое предприятие индивидуально, в соответствии с его характеристиками.

Далее рассмотрим подробную характеристику предприятия «Шахта им. С.М. Кирова», геологическое строение и характеристику разрабатываемого месторождения:

Ленинское каменноугольное месторождение расположено в Ленинском районе Кузбасса. Центральная часть месторождения находится в 2 км от города Ленинска-Кузнецкого. Месторождение расположено в пределах Ленинской синклинали. Абсолютные отметки 170 – 220 м. Угленосными являются отложения общей мощностью 1200 м. На месторождении выявлен 31 угольный пласт, 28 из которых имеют рабочую мощность. Государственным балансом по полю шахты им. С. М. Кирова учитывается 956 446 млн. тонн угля, из них балансовые запасы для подземной разработки составляют 956 446 млн. тонн угля. Угли бурые (каменные), марки Г, ГЖ, зольность 6 – 14 %, содержание серы до 0,93 %, высшая удельная теплота сгорания 7175 – 8390 кКал/кг. Тектоника разрабатываемых участков месторождения в основном простая. Падение слоев к центру мульды под углом 0 – 15°, реже под углом до 40°. Тектонические нарушения встречаются часто. Исключением является участок блоков № 2 и 3. Для них характерна относительная выдержанность пласта по мощности. Месторождение разрабатывается шахтой им. С. М. Кирова. Производственная мощность предприятия составляет 5000 тыс. тонн. На данный момент на шахте отрабатываются пласты Болдыревский мощностью 2,2 м и Поленовский мощностью 1,7 м. Угли разрабатываемых пластов относятся к маркам Г, ГЖ. Добытый уголь перерабатывается на обогатительной фабрике шахты, расположенной на промплощадке шахты.

Технология ведения горных и добычных работ. Шахта им. Кирова осуществляет разработку подземным способом. В настоящее время на шахте применяется система разработки пластов длинными столбами по простиранию.

Проходка осуществляется с помощью проходческих комбайнов. Добычные работы ведутся с помощью механизированных крепей, очистных комбайнов, забойных конвейеров, перегружателей. Длина выемочных столбов составляет 1100 – 2000 м, длина лав 200 – 250 м.

Производственная мощность шахты – 4 000 тыс. тонн угля в год. Объем остаточных запасов угля составляет около 956 млн. тонн. Шахта продолжает оставаться одним из лучших предприятий российской угольной промышленности по производительности, технической вооруженности, культуре и безопасности труда.

Пласты угля газоносные. Категория шахты по метану – сверхкатегорийная. Пласт Болдыревский является самым верхним отрабатываемым пластом на участке блока № 3, имеет повсеместное распространение и рабочую мощность.

Пласт имеет в основном сложное строение, состоит из 2 пачек угля. Пачки угля отделяются друг от друга прослоями аргиллита. Мощность породных прослоев изменяется от 0,03 до 0,20 м. Угли пласта в большинстве своем представлены полублестящими разностями. По мощности пласт относится к относительно выдержанным пластам. Общая мощность пласта изменяется от 0,2 до 2,4 м.

Пласт Болдыревский является основным рабочим пластом. Выемка угля производится по пачкам совместно. Угол падения угольного пласта составляет от 0 до 10.

Пласт Поленовский является самым нижним пластом на участке блока № 3, имеет повсеместное распространение и рабочую мощность.

Пласт имеет в основном сложное строение, состоит из одной угольной пачки. Средняя мощность угольного пласта равна 1,77 м.

Угол падения пласта составляет от 0 до 12°.

Существующие средства борьбы с газом и пылью на предприятии:

Непрерывный автоматический контроль содержания пыли в рудничном воздухе, в местах погрузки и перегруза угля.

В данной главе рассмотрены теоретические основы возникновения пожаров и взрывов в угольных шахтах. В ходе анализа научно-методической базы было выявлено, что современные подходы и методы обеспечения безопасности основываются на соблюдении требований безопасности и направлены на прогнозирование и предотвращение возникновения аварий и травм.

Проанализированы статистические данные о пожарах и взрывах в Российской Федерации и в мире. Анализ статистических данных показал, что все пожары и взрывы в шахтах выявили пробелы в системе промышленной безопасности угольной промышленности.

Для более подробного анализа возникновения пожаров и взрывов на угольных шахтах нами была рассмотрена мировая статистика.

Учет пожаров, проводимых в нашей стране и других развитых странах, позволяет выявить примерное распределение ущерба и гибели людей от опасных факторов пожара.

Рассмотрены основные причины и последствия пожаровзрывоопасных ситуаций в угольных шахтах.

2 УПРАВЛЕНИЕ РИСКАМИ ПУТЕМ КОНТРОЛЯ ОПАСНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИТУАЦИЙ НА УГОЛЬНОЙ ШАХТЕ

2.1 Анализ нормативного обеспечения организации работы с опасными производственными ситуациями

Безопасность труда при эксплуатации опасных производственных объектов (ОПО) представляет собой один из приоритетов государственной политики в сфере промышленности. При переходе к новым социально-экономическим отношениям государство возложило ответственность за обеспечение безопасности труда на предприятия, создав при этом нормативную базу, необходимые инструменты и обязав предприятия организовать действенный производственный контроль.

Работники, эксплуатирующие опасные производственные объекты, должны неукоснительно выполнять требования безопасности, изложенные в правилах безопасности, многочисленных инструкциях, регламентах и т.д. Проекты ОПО и планы выполнения работ проверяются государственными контролирующими органами на соответствие требованиям охраны труда и промышленной безопасности [35].

Но в практической производственной деятельности шахт, разрезов, сервисных предприятий наблюдаются систематические массовые повторяющиеся нарушения этих требований, измеряющиеся десятками и сотнями ежемесячно.

Ростехнадзор вынужден мириться с относительно неопасными нарушениями, потому что если жестко требовать неукоснительного соблюдения всех параграфов нормативных документов по безопасности, то большинство предприятий придется остановить на длительные сроки, а некоторые совсем. Это большой ущерб для экономики и значительное социальное напряжение в обществе. Тем более, что отдельные нарушения не ведут напрямую к негативным событиям, травмам и авариям. К тому же, многим мало представимо как эти повторяющиеся нарушения требований безопасности устранить практически.

«Нарушение – это зафиксированное отклонение параметров производственного процесса от значений, установленных нормативными документами по безопасности или утвержденным проектом. Нарушения фиксируются не по факту их возникновения, а при появлении компетентного повторяющегося». [9].

«Негативное событие (авария, травма) – это результат воздействия потока энергии на защищаемый объект, когда мощность потока превышает предел прочности этого объекта. То есть, когда суммарное воздействие опасных факторов на человека, техническое устройство и инженерное сооружение приводит к травме или аварии» [9].

Для того, чтобы избежать негативного события, необходимо держать под контролем каждый производственный фактор и опасную производственную ситуацию в целом для своевременного воздействия на нее в соответствующей обстановке. Это не противоречит требованию соблюдения ПБ, а значительно повышает уровень безопасности производства.

«Время развития опасной производственной ситуации – это время от начала её зарождения до момента реализации или исчезновения». «Скорость развития опасной производственной ситуации – величина, характеризующая изменение величины риска травмирования или аварии в единицу времени». «Приемлемый уровень риска (травмы, аварии) – уровень риска, обусловленный опасной производственной ситуацией, состояние и развитие которой поддается контролю и контролируется имеющимися способами и средствами» [8].

Известно что, опасные производственные ситуации бывают двух типов, в зависимости от причин возникновения: первый тип – ОПС, сформированные вследствие нарушений требований безопасности, допущенных из-за низкой квалификации (включая собственную неинформированность) или дисциплины работников; второй тип – ОПС, сформированные вследствие факторов и обстоятельств, провоцирующих работника работать с нарушениями [8].

Структурная схема опасной производственной ситуации представлена на рисунке 3.



Рисунок 3 – Структурная схема опасной производственной ситуации

Существует три стадии опасных производственных ситуаций: зарождение, развитие и реализация.

Зарождение и формирование ОПС – следствие ошибок в проектировании, долгосрочном, среднесрочном и оперативном планировании горных работ, регулировании производственных процессов. Ошибки заключаются в недооценке опасности производственных факторов, в недостаточно конкретной и глубокой проработке производственных процессов и операций. Длительность процесса зарождения и формирования ОПС на горных предприятиях может составлять от месяца до нескольких лет [34].

Стадия развития ОПС – естественное следствие неконтролируемого процесса сближения поражающих факторов с людьми и оборудованием, горными выработками. Длительность этой стадии – от смены до месяца. Временные рамки

указанной стадии соответствуют этапам планирования производственного процесса. На этой стадии ОПС еще можно обратить вспять, так как процессы, её формирующие, еще подконтрольны и управляемы, но только в том случае, если инженерное руководство осуществляется квалифицированно, а исполнители в полной мере осознают ответственность за свои действия [37].

Стадия реализации ОПС – прямое следствие ее дальнейшего развития продолжительностью от долей секунды до нескольких часов смены. В «счастливых случаях» ОПС реализуется в событие без значительных последствий: поражающие факторы «разряжаются» не в персонал, не в оборудование и не в инженерные сооружения.

Согласно статистике, реализация ОПС в такие события («инциденты») значительно (в сотни и тысячи раз) превышает их реализацию в негативные события, чем и объясняется достаточно легкое отношение к ним [36].

Каждая из стадий отличается скоростью развития ситуации – процессов, обусловленных этой ситуацией. Стадии «зарождение» соответствует наименьшая скорость протекания процессов, временные интервалы на данной стадии исчисляются месяцами или даже годами. На стадии «развитие» скорость протекания процессов возрастает, соответственно временные интервалы сокращаются до нескольких дней или недель. На стадии «реализации» процессы протекают с максимальной скоростью, ситуации могут реализоваться за считанные дни, минуты и даже миллисекунды [9]. Динамика опасных производственных ситуаций по стадиям их развития на производственных участках шахты им. С.М. Кирова в 2016 г. представлена в приложении А.

Опасная производственная ситуация (ОПС) складывается, как правило, из нескольких факторов и обстоятельств и в общем виде может быть выражена формулой:

$$\text{ОПС} = \sum_1^n \Phi_i + \sum_1^n \text{Об}_j, \quad (1)$$

где Φ_i – фактор, формирующий ситуацию;

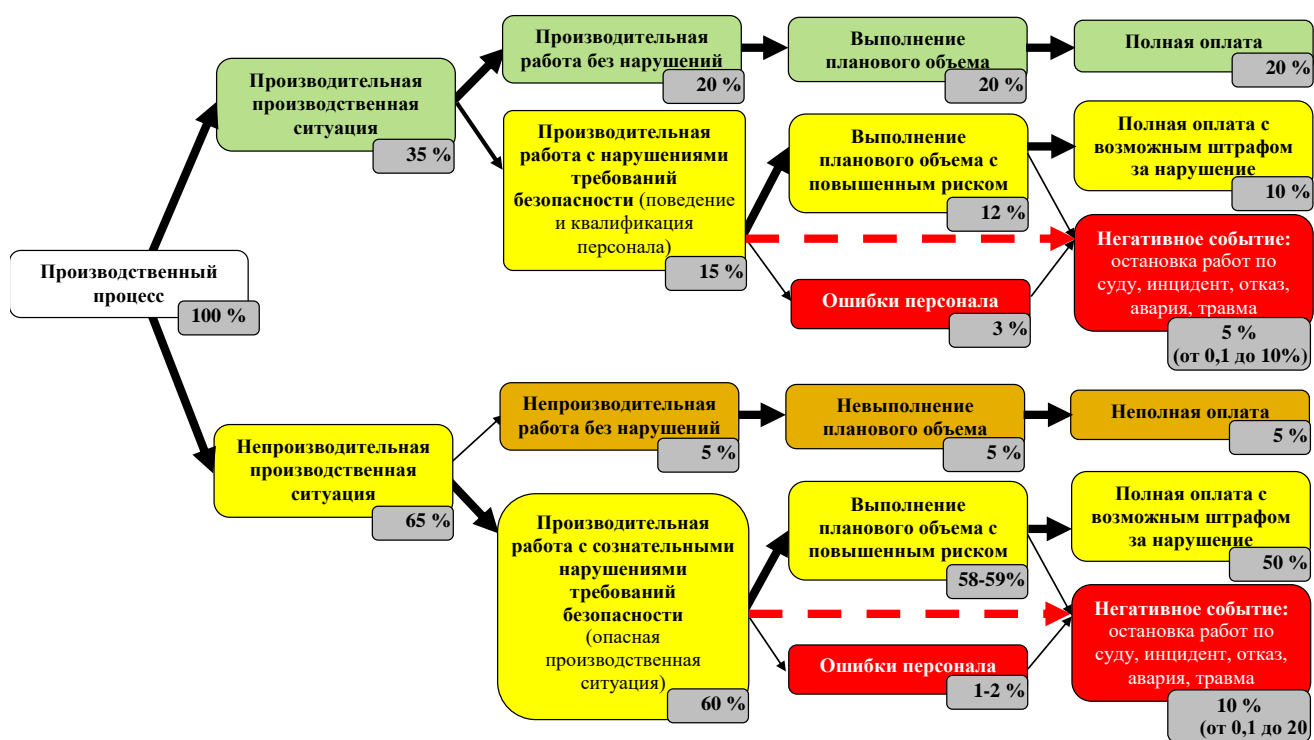
Об_j – обстоятельство, формирующее ситуацию.

Под фактором понимается причина (движущая сила) возникновения опасной производственной ситуации, поддающаяся устранению собственными силами с использованием известных способов и средств. Под обстоятельством также понимается причина (условие) возникновения опасной производственной ситуации, но не поддающаяся устранению собственными силами с использованием известных способов и средств. К таким причинам-обстоятельствам можно отнести, например, геологию месторождения либо технологический процесс (водопритоки, углы наклона угольных пластов, питающее напряжение энергосети и т. д.). При этом в комбинации факторов и обстоятельств всегда можно выделить ключевые факторы, при устранении которых будет нейтрализована ОПС в целом [35].

2.2. Разбор опасных производственных ситуаций на угольной шахте

Расследование несчастных случаев показывает, что их основной причиной всегда являются действия и взаимодействие персонала, не адекватные реальным опасностям производственных ситуаций. Поэтому на новом этапе повышения безопасности производства компанией была поставлена задача нахождения способов повышения надежности обеспечения безопасности производства организационными методами.

Целью и предприятия, и работника является получение дохода в результате производственной деятельности. Основа дохода на угольном предприятии – безопасное и эффективное выполнение планов добычи и переработки угля. Анализ показал, что производственные процессы происходят в производительных и непроизводительных производственных ситуациях, что приводит к различным результатам (рисунок 4).



■ – нормальный процесс, безопасный, производительный и эффективный: выгодный и руководителю и работнику;

■ – безопасный малопродуктивный процесс, не выгодный ни работнику, ни руководителю;

■ – опасный, малоэффективный, но производительный и привычный процесс, относительно выгодный и руководителю и работнику;

■ – событие (результат), не выгодное и опасное и для работника и для руководителя.

Рисунок 4 – Сценарии развития производственных ситуаций на угледобывающих предприятиях

Представленные цифры являются обобщенными по более чем 50 предприятиям угольной, горнорудной и металлургическим отраслям. Для конкретного предприятия необходимо уточнение [32].

Исполнители работ в смене (рабочие, мастера и механики) заинтересованы в полной оплате своего труда и привычно идут на нарушения правил безопасности, соблюдение которых замедляет или затрудняет производственный процесс. Организаторы работ в текущем режиме (начальники участков, цехов и служб)

спокойно воспринимают такие нарушения, поскольку их последствия представляются как вполне приемлемый риск, устранение которого, по их мнению, слишком трудозатратно, а по многим позициям и невозможно. Организаторы работ в долгосрочном периоде (директор, его заместители и старший надзор) тоже в целом спокойно воспринимают это по той же причине, что начальники, пока не случается очередное негативное событие, приводящее к негативным последствиям лично для себя (увольнение, дисквалификация, понижение в должности, систематическое лишение премии).

Механизм предотвращения реализации опасной производственной ситуации в негативное событие это не что иное как функционал директора предприятия, эксплуатирующего опасный производственный объект (ОПО). Схема реализации функционала директора (формула 2):

$$M \rightarrow O \rightarrow P \rightarrow K \rightarrow D \rightarrow R, \quad (2)$$

где R – достигнутый результат деятельности (D), который может быть равен требуемому (функционалу), а может быть больше или меньше его. В последнем случае функционал не исполняется должным образом;

K – квалификация, как понимание, знание, умение и навык исполнения своего функционала;

P – полномочия по распоряжению ресурсами;

O – ответственность, возложенная/принятая;

M – мотивация, как система неудовлетворенных потребностей личности.

Директор предприятия в соответствии с законодательством и уставом предприятия является единоличным исполнительным органом, полностью отвечающим за результаты деятельности.

Как работодатель, директор, назначая работника на должность, определяет круг его обязанностей и необходимые полномочия [13]. То есть, доверяет ему исполнение части своего функционала, не снимая с себя ответственности за результат деятельности своих подчиненных. Для эффективного взаимодействия,

исключающего негативные события, директор должен договориться с каждым ключевым руководителем, а тот – с каждым своим подчиненным о взаимной ответственности и системе взаимоподстраховок [53].

Если ответственность понимается как обязанность и готовность отвечать за совершённые действия, поступки и их последствия, то есть ответственность как наказание за негативный результат, то следствием такого понимания неизбежно является ситуативно-запаздывающий тип контроля [36] и производственный процесс в значительной мере происходит в непроизводительных производственных ситуациях.

Если ответственность понимается как готовность в собственных решениях или действиях учитывать интересы тех, кого касается решение, а также готовность отвечать за свои действия и действия исполнителей задания, если контроль и анализ не установил их личной вины – такое понимание ответственности рождает установку руководителя на тщательную подготовку производства и опережающий контроль [26].

Мера приемлемости риска, понимаемая как готовность держать ОПС под контролем, пока не является обязательным единым понятием для коллектива, обслуживающего ОПО, а соответственно и единой мерой опасности и единой целью в обеспечении уровня защищенности персонала.

Оценка риска опасной производственной ситуации производится на основе ретроспективного анализа статистических данных и экспертной оценки. Статистическому обследованию и дальнейшему анализу подлежат данные по аварийности и травматизму за определенный период времени.

Каждый работник по-своему понимает опасности и в силу этого понимания обеспечивает безопасность для себя, либо мирится с опасностью.

Поэтому персонал всех уровней управления зачастую действует вразнобой и не все контуры защиты надежно предотвращают развитие опасной

производственной ситуации, а иногда и противоречат друг другу, повышая опасность.

2.3 Организация работы по предотвращению опасных производственных ситуаций на угольной шахте

В качестве инструментария своевременного распознавания ОПС разработаны критерии оценки и характеристики работников [8], процессов и условий труда, методический подход к картированию рисков [19].

Для повышения надежности обеспечения безопасности производства на участке разработана «Памятка начальнику участка и мастеру» [18]. Для производственного планирования безопасности разработан методический подход [20].

Этот инструментарий позволяет организовать циклическую работу механизма предотвращения негативных событий посредством контроля ОПС (рисунок 5). Защищенность работника достигается устранением (недопущением появления) факторов, неизбежно приводящих к реализации ОПС.

Следует обдуманно подходить к выбору временного интервала, поскольку полученные результаты оценки при небольших выборках могут впоследствии привести к ошибочным решениям. Рекомендуется анализировать данные за период 3 – 5 лет.

Перечисленные средства обеспечения безопасности производства методом формирования своевременной достаточной защищенности персонала от воздействия угрожающих факторов будут действенными только при слаженном взаимодействии на всех уровнях управления. Поэтому, в дополнение к «Правилам безопасности», «Должностным инструкциям» и «Положению о производственном контроле» необходим регламент взаимодействия персонала по обеспечению безопасности производства – Устав безопасности как свод четких правил действий и взаимодействия [34].

Исходными данными для статистической выборки являются материалы расследования несчастных случаев, инцидентов и аварий (акты формы Н-1, объяснительные и т.п.), отчеты о нарушениях, выявленных службой производственного контроля, предписания служб производственного контроля и государственных органов надзора и контроля (Ростехнадзор, Государственная противопожарная служба, Ространснадзор и др.). Особое внимание нужно уделять выявлению причин происшествий, поскольку в актах они указаны формально и не всегда объективно.

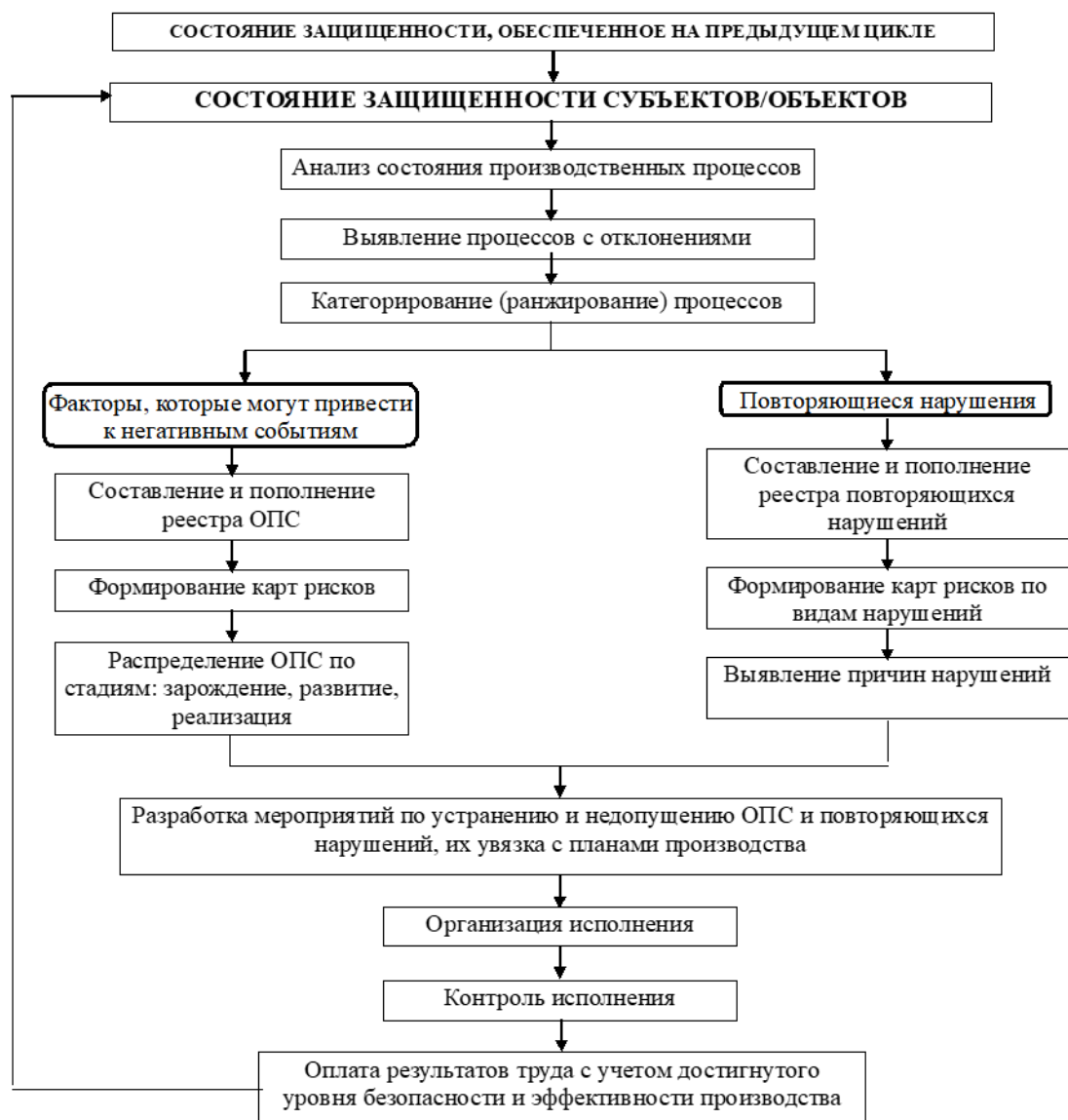


Рисунок 5 – Цикл работы механизма предотвращения негативных событий посредством контроля опасных производственных ситуаций (ОПС)

На основе собранных данных по каждому из факторов травмирования и виду негативных событий устанавливаются наиболее часто встречающиеся несчастные случаи, аварии, инциденты и нарушения. Повторяемость однотипных негативных событий свидетельствует о том, что причины их возникновения были выявлены неверно либо предложены неэффективные мероприятия. Однотипные негативные события характеризуются: идентичностью обстоятельств; выполнением одной и той же технологической операции; наличием одного и того же травмирующего фактора или вида события; одними и теми же нарушениями требований охраны труда и промышленной безопасности [22].

Все негативные события анализируются и определяются опасные производственные факторы или их совокупности, ставшие причиной негативных событий. Для выявления сочетаний обстоятельств и условий, в которых работник предприятия вынужденно нарушает требования безопасности и использует опасные приемы труда, используется метод экспертных оценок. Основой этого метода являются различные формы экспертного опроса с последующим оцениванием и выбором наиболее предпочтительного варианта.

Таким образом, выявляется опасная производственная ситуация. Количество и набор выявляемых ОПС впоследствии может изменяться – при изменении внешних и (или) внутренних условий функционирования предприятия. Фиксация и систематизация ОПС позволяет осуществить более точное планирование показателей производственной деятельности и деятельности системы управления охраной труда и промышленной безопасностью.

Целесообразно на предприятии выявить и зарегистрировать все типичные ОПС, а затем провести экспертизу зарегистрированных ОПС со всеми ключевыми

работниками предприятия и, при необходимости, компании. Также важно составить и утвердить реестр типичных ОПС предприятия.

3 МЕТОДИКА ВЫЯВЛЕНИЯ ОПАСНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИТУАЦИЙ НА УГОЛЬНОЙ ШАХТЕ ДЛЯ ИХ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ.

3.1 Выявление предпосылок и прогноз возникновения опасных производственных ситуаций

В настоящее время в угольной промышленности отсутствует механизм контроля, позволяющего выявлять предпосылки пожаров и взрывов на ранних стадиях. Выявлять причины и осуществлять профилактику пожаров и взрывов необходимо соответствующим организационным инструментом. Этой задачи отвечает анализ, заключающийся в рассмотрении причин пожаров и взрывов с точки зрения «опасной производственной ситуации».

На примере аварии, которая произошла в шахте № 7 ОАО «СУЭК-Кузбасс» 20 января 2013 года, проведем анализ причин возникновения взрыва с помощью такого механизма как ОПС. Реализация опасной производственной ситуации – взрыв метана в угольной шахте № 7 с помощью дерева причин представлена на рисунке 6.

Рассмотрим факторы которые привели к опасной производственной ситуации:

1) Подключение на единый распределительный пункт энергоснабжения водоотлива и тупикового забоя. Данный фактор является обстоятельством, т.к. вся потребляемая мощность оборудования превышая допустимые параметры мощности энергоснабжения сетей. Требовались замена кабеля и необходимые действия по электроснабжению шахты. Такие факторы, управляются руководством предприятия, а не лицами, ответственными за безопасность.

2) Постоянные отключения контрольной аппаратуры.

3) Загрубление деревянным клином контрольной аппаратуры. Данный факторя является опасным и без совокупности с другими факторами может привести к реализации ОПС.

4) После обрыва вентиляционного става, система аэрогазового контроля (АГК) фиксирует сокращение воздуха в забое и обрыв датчика.

5) Повторное сообщение АГК о снижении воздуха в забое до минимального уровня.

6) Подача воздуха в выработку – восстановление вентиляции. Этот фактор уменьшает вероятность реализации ОПС.

7) Начальник принимает решение начать работы, не разгазировав выработку. Данный фактор стал решающим и при возникновении искрения электроаппаратуры в атмосфере с большим содержанием метана, произошел взрыв.

Причины взрыва на шахте № 7, согласно официальному расследованию это человеческий фактор. Анализ причин взрыва метана с точки зрения реализованной ОПС позволил сделать другое заключение. Расследование причин аварии с точки зрения ОПС позволило вскрыть другие системные причины, связанные с организацией процесса.

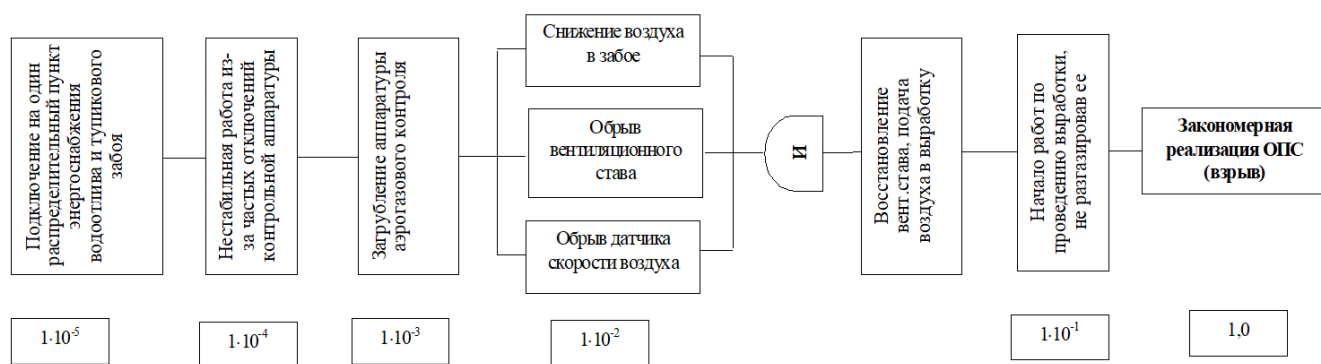


Рисунок 6 – Реализация опасной производственной ситуации – взрыв метана в угольной шахте № 7 с помощью дерева причин

Нами было рассмотрено два вида пожаров, которые могут возникать в угольной шахте: эндогенные и экзогенные. Проанализировав статистические данные, мы пришли к выводу, что на данном этапе выявления пожаров и

взрывов в угольных шахтах стоит глубже изучить причины возникновения экзогенных пожаров. Модель «дерева причин» эндогенного пожара в шахте (рисунок 7).

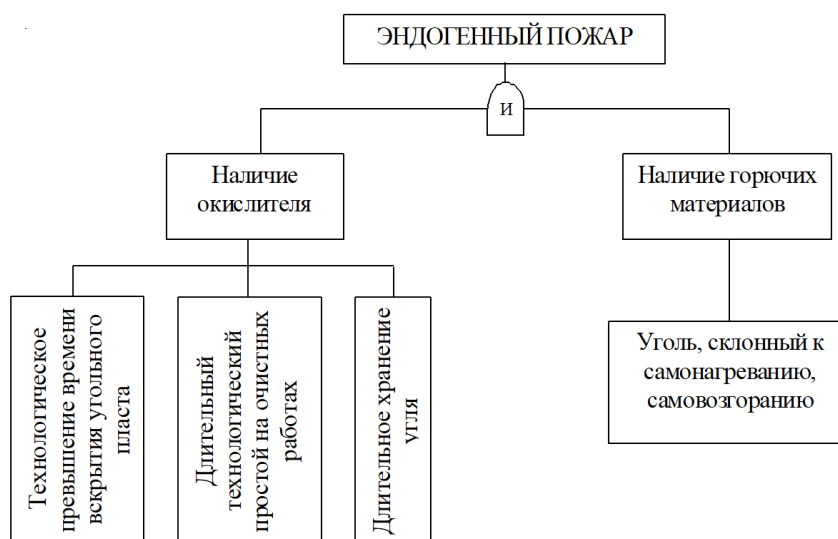


Рисунок 7 – Дерево причин возникновения эндогенных пожаров в угольных шахтах.

Для определения эффективности использования механизма ОПС к пожарной безопасности рассмотрим вероятности возникновения экзогенных пожаров в угольных шахтах без контроля факторов и с контролем факторов.

Вероятность возникновения источников опасностей, потенциальных пожаров, последовательности развития событий в угольных шахтах с контролем ОПС, можно провести наиболее распространенным методом анализа безопасности построения «деревьев причин».

Дерево причин лежит в основе вероятностной модели причинно-следственных связей отказов системы с отказами её элементов и другими событиями. На практике анализ начинают с исследования, позволяющего идентифицировать в основном источники опасностей.

Анализ возникновения пожара с помощью дерева причин был выполнен в следующем порядке. Сначала как потенциальное чрезвычайное происшествие

был выбран пожар на угольной шахте. Затем нами были выделены факторы пожара, без которых он не сможет возникнуть (источник воспламенения, горючий материал). Далее были рассмотрены и представлены возможные источники воспламенения и виды горючего материала, находящегося в угольной шахте.

Вероятность возникновения источников пожара была определена в ходе факторного анализа реестра и актов расследования ОПС. Это позволило определить источники опасностей потенциального пожара, которые возникают чаще других.

Модель «дерева причин» экзогенного пожара в шахте представлена на рисунке 8.

Для определения вероятности возникновения пожара в угольной шахте без контроля факторов ОПС был проведен анализ реестра опасных производственных ситуаций, составленный в АО «СУЭК-Кузбасс». С помощью данного реестра была определена повторяемость ОПС, связанных с пожарами.

К наиболее часто встречающимся опасным производственным ситуациям, связанных с пожарами в шахтах относятся:

- 1) эксплуатация ленточного конвейера Л – 1000 без средств осланцевания УОС – 1,3 с возможным риском отложения угольной пыли, взрывоопасной концентрации;
- 2) проведение подготовительного забоя с увеличенным пылевыделением, с возможным риском отложения угольной пыли, взрывоопасной концентрации;
- 3) эксплуатация выработки с отсутствием обработки негорючими материалами, с возможным риском возникновения и распространения пожара;
- 4) эксплуатация ленточного конвейера № 4 с заштыбованными роликами холостой ветви, с возможным риском возгорания.

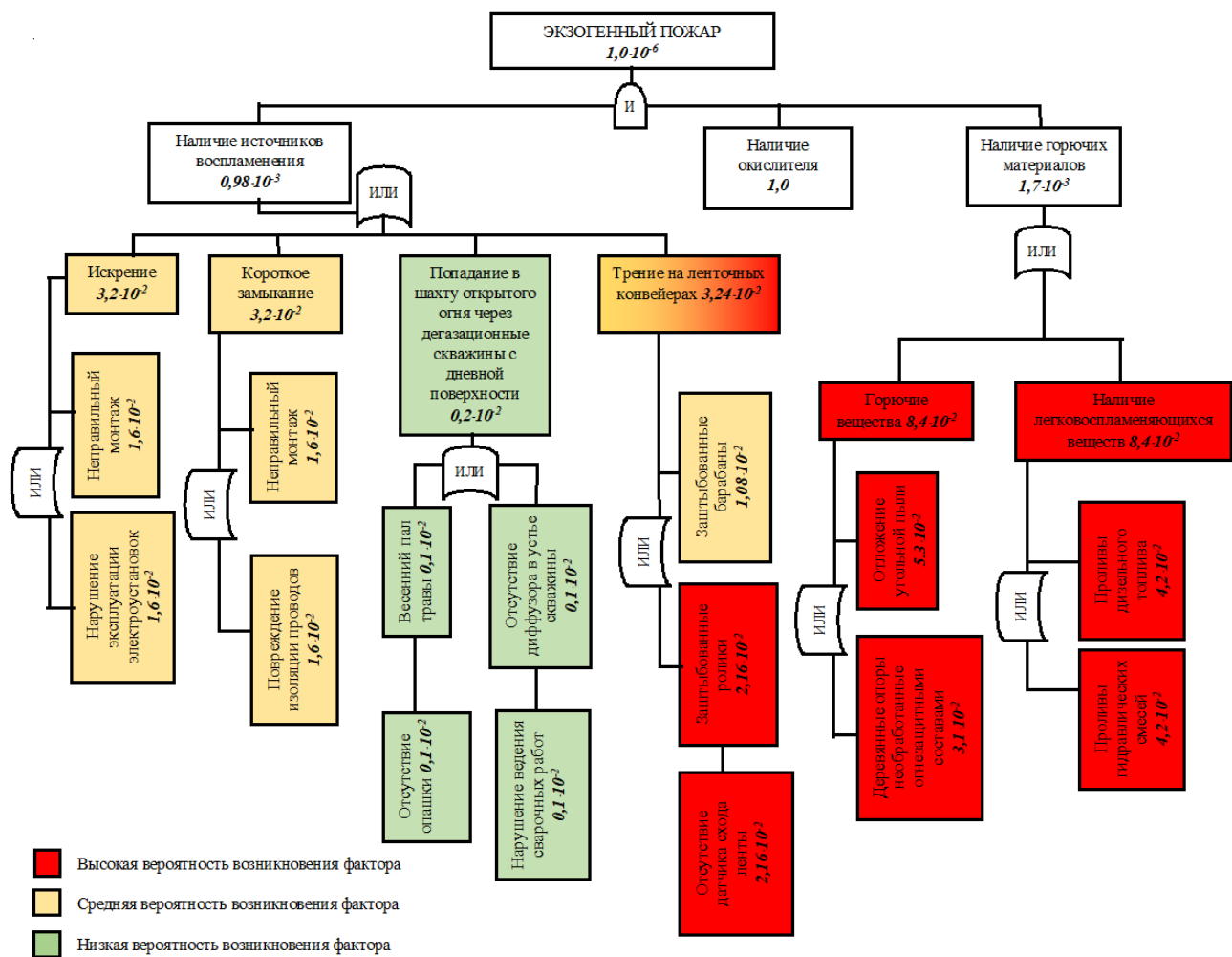


Рисунок 8 – Дерево причин возникновения экзогенных пожаров в угольных шахтах.

В таблице 4 представлены опасные производственные ситуации, приводящие к пожарам и взрывам в угольных шахтах с вероятностью возникновения без контроля и с контролем факторов ОПС.

Метод контроля ОПС заключается в том, что при всех стечениях обстоятельств и факторов, приводящих к пожару, людям неизбежно приходится работать с отклонениями от противопожарной защиты, но все эти источники опасностей взяты на контроль, с целью не допустить пожар. В ходе данного исследования можно сделать вывод, что контроль пожароопасных

ситуаций с помощью ОПС снижает вероятность возникновения пожаров в угольной шахте.

Таблица 4 – Вероятность возникновения пожаров в угольных шахтах без контроля и с контролем факторов ОПС

Объект/участок	Опасная производственная ситуация	Возможная реализация опасной производственной ситуации	Вероятность возникновения источников пожара без их контроля	Вероятность возникновения источников пожара с их контролем
Шахтопроходческое управление – 3 Вентиляционный штрек №50 – 04	Эксплуатация ленточного конвейера ЛТ-1000 без средств осланцевания УОС-1,3	Риск отложения угольной пыли, взрывоопасной концентрации	→ 1,0	$5,3 \cdot 10^{-2}$
Шахтопроходческое управление – 7 Монтажная камера 52 – 13	Проведение подготовительного забоя с увеличенным пылевыведением	Риск отложения угольной пыли, взрывоопасной концентрации	→ 1,0	$5,3 \cdot 10^{-2}$
Шахтоуправление «Галдинское-Западное» Вентиляционный ствол	Эксплуатация выработки с отсутствием обработки негорючими материалами	Риск возникновения распространения пожара	→ 1,0	$3,1 \cdot 10^{-2}$
Шахтоуправление Комсомолец Фланговый № 17 – 3	Эксплуатация ленточного конвейера №4 с заштыбованными роликами холостой ветви	Возможность возгорания	→ 1,0	$1,08 \cdot 10^{-2}$

3.2 Устранение опасных производственных ситуаций

Основные выводы, полученные в ходе исследования, положены в основу действий по поддержанию требуемого уровня безопасности на угольных шахтах. Они направлены на контроль за возникновением и развитием ОПС, выработку и реализацию решений и действий, обеспечивающих требуемый уровень безопасности.

Суть устранения опасной производственной ситуации заключается в расформировании совокупности опасных факторов, которая может привести к

пожару или взрыву. То есть требуется устранить хотя бы один из факторов, создающих совокупность.

В связи с изложенным, для достижения требуемого уровня безопасности при пожарах в угольных шахтах необходимо следующий порядок действий:

- 1) идентификация опасности и оценка риска возникновения пожара и взрыва;
- 2) рассмотрение причин пожаров и взрывов с точки зрения опасной производственной ситуации;
- 3) проведение мероприятий в области пожарной безопасности.

Процесс управления рисками возникновения пожароопасной ситуации на угольных шахтах можно представить в виде следующего алгоритма (рисунок 9).

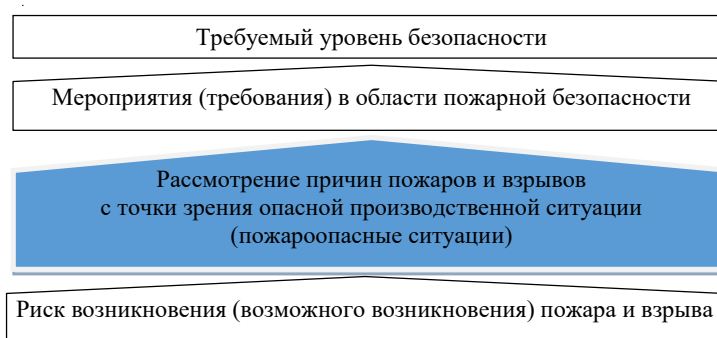


Рисунок 9 – Методика поддержания требуемого уровня безопасности

Опыт работы АО «СУЭК-Кузбасс» получил высокую оценку в компании «СУЭК». Было принято решение распространить апробированные методы работы по управлению производственным риском посредством выявления и устранения ОПС на все региональные производственные объединения компании. Следует отметить, что практически на всех угледобывающих предприятиях региональных производственных объединений АО «СУЭК» выявление и устранение опасных производственных ситуаций стало «естественной» частью работы по обеспечению безопасности производства. Эта работа освоена в рамках специальной оценки труда и промышленной безопасности угледобывающих предприятий в объеме, соответствующем конкретным условиям их функционирования.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Данная выпускная квалификационная работа была посвящена повышению эффективности мер по профилактике пожаров и взрывов в угольных шахтах на основе контроля опасных производственных ситуаций. Для достижения поставленной цели были решены поставленные задачи.

Основные результаты и выводы заключаются в следующем:

– в ходе анализа научно-методической базы было выявлено, что современные подходы и методы обеспечения безопасности основываются на соблюдении требований безопасности и направлены на прогнозирование и предотвращение возникновения аварий и травм;

– в угольной промышленности отсутствует механизм контроля, позволяющего выявлять предпосылки пожаров и взрывов на ранних стадиях. Выявлять причины и осуществлять профилактику пожаров и взрывов необходимо соответствующим организационным инструментом;

– установлены причинно-следственные связи между опасными производственными ситуациями и пожарами.

– современные подходы и методы обеспечения безопасности основываются на соблюдении требований безопасности и не позволяют прогнозировать возникновение пожаров и взрывов. Нами был предложен механизм контроля ОПС, как инструмент прогнозирования и предотвращения пожаров и взрывов на угледобывающих предприятиях.

– метод контроля ОПС заключается в том, что при всех стечениях обстоятельств и факторов, приводящих к пожару, производственный процесс осуществляется с отклонениями от требований противопожарной защиты, но опасности взяты на контроль, с целью не допустить пожар.

Результаты данного исследования показывают, что контроль пожароопасных ситуаций с помощью ОПС снижает вероятность возникновения пожаров в угольной шахте.

Подводя итоги вышесказанному, необходимо отметить, что вопросы дальнейшего совершенствования организационных мер по профилактике пожаров и взрывов в угольной промышленности должны получить приоритетное решение.

Таким образом, в ходе нашего исследования в целом была достигнута поставленная цель и решены задачи, сформулированные исходя из целевой установки.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Федеральный закон от 21.12. 1994 № 69 – ФЗ «О пожарной безопасности».
2. Федеральный закон от 22.07. 2008 № 123 – ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».
3. Федеральный закон от 21.07. 1997 № 116 – ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов».
4. ГОСТ Р 22.0.05. – 94. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Техногенные чрезвычайные ситуации. Принят и введен в действие Постановлением Госстандарта России от 26.12. 1994 № 362.
5. ГОСТ Р 22.0.03.97. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Природные чрезвычайные ситуации. Термины и определения. Принят и введен в действие Постановлением Госстандарта России от 25.05.1995 № 267.
6. ГОСТ Р 12.1044 – 89. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения. Разработан и внесен в действие Постановлением Государственного комитета СССР по управлению качеством продукции и стандартам от 12.12. 1989 № 3683.
7. Анализ работы системы производственного контроля шахты им. С.М. Кирова ОАО «СУЭК-Кузбасс»: Отчет / ОАО «СУЭК-Кузбасс»; Шахта им. С.М. Кирова; ЗАО «ТЦ «Организация и Управление». – Челябинск; Ленинск-Кузнецкий, 2012. – 46 с.
8. Артемьев, В.Б. и др. Концепция опережающего контроля как средство существенного снижения травматизма /В.Б. Артемьев, А.Б. Килин, Г.Н. Шаповаленко, А.В. Ошаров, С.Н. Радионов, И.Л. Кравчук //Уголь. – 2013. – № 5 (май). – С. 82-85.
9. Артемьев, В.Б., Галкин В.А., Кравчук, И.Л. Безопасность производства. – М.:Издательство «Горная книга», 2015. – 144 с.
10. Бабокин, И.А. Управление безопасностью труда на горном предприятии /И.А. Бабокин. – М.: Недра, 1989. – 250 с.

11. Баскаков, В.П. Методика снижения риска травм и аварий на угольных шахтах путем стандартизации производственного процесса: Дис. ... канд. техн. наук. Спец. 05.26.01 – «Охрана труда (горная промышленность)» /В.П. Баскаков. – М., 2009. – 147 с.

12. Безопасность разработки рудных, нерудных и россыпных месторождений полезных ископаемых подземным способом: Сборник документов. Серия 03. Выпуск 33 / Колл. Авт. – М.: Закрытое акционерное общество «Научно-технический центр исследований проблем промышленной безопасности», 2014. – 318 с.

13. Волков, И.И. и др. Развитие системы производственного контроля в ЗАО «Распадская» /Волков И.И., Дружинин А.А., Ширяев В.А., Кравчук И.Л., Голубев М.Г. //Безопасность труда в промышленности. – 2005. – № 11. – С. 50-53.

14. Воронин, В.Н. Основы рудничной аэрогазодинамики / В.Н. Воронин. – Москва-Ленинград: изд. Углетехиздат, 1951. – С. 300 – 308.

15. Гальперин, В.Г. Безопасность труда на зарубежных горнодобывающих предприятиях: ОИ. Вып.2 /В.Г. Гальперин; Черметинформация. – М., 1991. – 43 с.

16. Гражданкин, А.И. Опасность и безопасность /А.И. Гражданкин //Безопасность труда в промышленности. – 2002. – № 9. – С.41-43.

17. Гражданкин, А.И., Кара-Мурза, С.Г. Белая книга России. Строительство, перестройка и реформы: 1950-2013гг. / Центр пробл. анализа и гос.-упр. Проект. М.:Научный эксперт, 2015. 728 с.

18. Гришин, В.Ю. Оценка результативности работы персонала угледобывающего предприятия по предотвращению нарушений требований безопасности: Дис. ...канд.техн.наук. Спец.05.26.01 – «Охрана труда (в горной промышленности)» / В.Ю. Гришин. – М., 2016. – 146 с.

19. Добровольский А. И. Повышение эффективности производственного контроля на угледобывающем предприятии на основе дифференцированного подхода к снижению риска травмирования персонала: Дис. ... канд. техн. наук:

05.26.01 – «Охрана труда (в горной промышленности)» /А. И. Добровольский. – М., 2012. – 156 с.

20. Добровольский, А.И. и др. Возможности повышения эффективности и безопасности производства в ОАО «Ургалуголь» /А.И. Добровольский, Г.Л. Феофанов, В.В. Лисовский, Н.П. Золотарев //Уголь. – 2011. – № 7 (июль). – С. 49 – 52.

21. Дремов, В.И., Кирин, Б.Ф., Ерохин, С.Ю. Управление пылединамическими процессами в шахтах с использованием вентиляции и гидроэжекционных систем // Горный информационно-аналитический бюллетень. 1992. № 1. С. 19.

22. Дружинин, А.А. Повышение эффективности планирования и осуществления производственного контроля промышленной безопасности на высокопроизводительных угольных шахтах: Дис. ... канд. техн. наук: 05.26.03 – «Пожарная безопасность» /А.А. Дружинин. – М., 2006. – 127 с.

23. Зайцев, А.В. Разработка способов нормализации микроклиматических условий в горных выработках глубоких: дис.... канд. техн. наук: 25.00.20/ Зайцев Артём Вячеславович. – Пермь, 2013. – 170 с.

24. Иванников, А.Л. Математическое моделирование шахтных вентиляционных сетей, содержащих выработки с неустойчивым проветриванием: дис.... канд. техн. наук: 05.13.18/ Иванников Александр Любимович. – М., 2015. – 120 с.

25. Каледина, Н.О. и др. Производственный контроль на угледобывающем предприятии : роль человеческого фактора /Н.О. Каледина, О.В. Воробьева //Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). - 2014. – № S12-1. – С. 28 – 37.

26. Каледина, Н.О. Современные проблемы вентиляции угольных шахт. Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2015. № S1. С. 141 – 149.

27. Кобылкин, С.С., Кобылкин, А.С. 3–D моделирование физических процессов при авариях на горных предприятиях Сборник тезисов докладов VIII

Международной горноспасательной Конференции IMRB2017 – М.: МЧС. – 2017. – 34 с.

28. Колесниченко Е.А., Колесниченко И.Е. Анализ причин и возможные методы предотвращения взрывов метана и пожаров в шахтах России Горный информационно-аналитический бюллетень. 2004. – № 8. – С. 130-137

29. Колесниченко, И.Е., Артемьев, В.Б., Колесниченко, Е.А., Черечукин, В.Г., Любомищенко Е.И. Предотвращение взрывов угольной пыли и метана в горных выработках: теория и практика Горная промышленность. –2017. – № 4 (134). – С. 26.

30. Кравченко, Е.В., Кудинов, В.П., Легашева, Л.В. Причины пожаров на ленточных конвейерах и способы их предотвращения // Безопасность труда в промышленности. 1994. № 2. С.17 – 20.

31. Кравчук, И.Л. и др. Методические рекомендации по оценке и прогнозу состояния промышленной безопасности /Кравчук И.Л., Сквородкин В.Ю., Шлимович Ю.Б., Гусев А.И., Паршаков Ю.П., Голубев М.Г.; Управление Челябинского округа ГГТН РФ; НТЦ-НИИОГР. – Челябинск, 2001. – 8 с.

32. Кравчук, И.Л. и др. Прогноз систем обеспечения безопасности производства при подземной разработке месторождений угля /И.Л. Кравчук, Е.М. Неволина, А.И. Добровольский, Ю.М. Иванов //Безопасность труда в промышленности. – 2013. – № 12. – С. 67 – 73.

33. Кравчук, И.Л. и др. Риск негативных событий, обусловленных нарушением требований безопасности, и способы его снижения /Кравчук И.Л., Гришин В.Ю., Смолин А.В. //Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2015. – Спец. выпуск № 28. – 20 с.

34. Кравчук, И.Л. Теоретические основы и методы формирования системы обеспечения безопасности производства горнодобывающего предприятия: Дис. ... докт. техн. наук: 05.26.01 – «Охрана труда (в горной промышленности)» /И.Л. Кравчук. – М., 2001. – 255 с.

35. Лисовский В.В. Выявление и устранение опасных производственных ситуаций как метод управления рисками травмирования на угольных шахтах /В.В. Лисовский // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2014. – № 6. – С. 30 – 36.

36. Лисовский, В.В. Основные направления работы в компании СУЭК по обеспечению высокого уровня промышленной безопасности /В.В. Лисовский //Открытые горные работы в XXI веке-1. Матер. II Междунар. науч.-практ. конф. Т.1. Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2015. – № 10 (спец. выпуск 45-1). – С. 108 – 123.

37. Лисовский, В.В. Управление производственным риском путем предотвращения критической совокупности опасных факторов на угледобывающем предприятии: Автореф. ... дис. канд.техн.наук. Спец. 05.26.01 – «Охрана труда (в горной промышленности)» /В.В. Лисовский. – М., 2016. – 26 с.

38. Никитенко, Ю.В. Особенности применения метода построения деревьев отказов для оценки техногенного риска предприятий // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – №2 – 2.

39. Сидоров, А.И., Тряпицын, А.Б. Анализ возможностей снижения производственного травматизма в угольной отрасли Российской Федерации / А.И. Сидоров, А.Б. Тряпицын // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Геология. Нефтегазовое и горное дело. –2017. – Т.16. – № 4.С. 391 – 400.

40. Сидоров, В.И. Задачи в области безопасности промышленности /В.И. Сидоров //Безопасность труда в промышленности. – 1992. – № 8. – С. 41.

41. Смолин, А.В. «Риск ориентированный» подход к осуществлению производственного контроля /А.В. Смолин //Материалы I международной научно-технической конференции «Достижения науки – агропромышленному производству». Ч. VI /ЧГАА. – Челябинск, 2011. – С. 133 – 136.

42. Смолин, А.В. Анализ и устранение повторяющихся нарушений требований ОТ и ПБ на горнодобывающих предприятиях /А.В. Смолин //Научный поиск:

Матер. третьей науч. конф. аспирантов и докторантов. Технические науки. Т. 2. /ЮУрГУ. – Челябинск, 2011. – С. 68 – 71.

43. Смолин, А.В. Применение метода «дерево причин» при анализе нарушений требований безопасности /А.В. Смолин //Безопасность жизнедеятельности в третьем тысячелетии: Сб. матер. V междунар. науч.-практ. конф. Т. 1. /ЮУрГУ. – Челябинск, 2012. – С. 300-302.

44. Суботин, А.И. Пожаробезопасность ленточных конвейеров и нормы безопасности на шахтные конвейерные ленты / А.И. Суботин // Безопасность труда в промышленности. 2001. № 5. С. 18-23.

45. Темербаева, А.А. Подход к предотвращению пожароопасных ситуаций на угольной шахте/ А.А. Темербаева, // Техносферная безопасность в XXI веке. Материалы VIII Всероссийской научно-практической конференции: сб. науч. трудов магистрантов, аспирантов и молодых ученых. – Иркутск : Изд-во ИРННТУ, 2018. – С. 164 – 167.

46. Темербаева, А.А. Разбор причин возникновения пожаров и взрывов путем анализа пожароопасных ситуаций / А.А. Темербаева // Современные направления развития технологии, организации и экономики строительства. Сборник научных трудов участников межвузовской научно-практической конференции. – СПб.: ВИ(ИТ) ВА МТО, 2018. – С. 300 –304.

47. Темербаева, А.А., Цуканов, Д.А., Хажеев, И.Г. Анализ повторяемости опасных производственных ситуаций на угольных шахтах / А.А. Темербаева, Д.А. Цуканов, И.Г. Хажеев // Техносферная безопасность в XXI веке. Материалы VII Всероссийской научно-практической конференции: сб. науч. трудов магистрантов, аспирантов и молодых ученых. – Иркутск : Изд-во ИРННТУ, 2017. – С. 91 – 95.

48. Терентьев, С.А. Разработка метода и прибора контроля местоположения начальной стадии развития процесса горения в угольных шахтах: Дис. ...канд.техн.наук. Спец.05.26.01 «Охрана труда (в горной промышленности)» / С.А. Терентьев. – Кемерово, 2018. – 150 с.

49. Типовое положение о системе управления охраной труда на предприятиях по добыче и переработке угля /В.Е. Бугайченко, С.М. Баранов, А.Ф. Павлов и др. – М., 1995. – 143 с.

50. Тюрин, В.А. Обоснование параметров технологических схем отработки свит пологих угольных пластов, склонных к самовозгоранию / В.А. Тюрин / Нац.минерально-сырьевой ун-т «Горный». 2014. С.160 – 168.

51. Ушаков, К.З. и др. Безопасность жизнедеятельности /Ушаков К.З., Каледина Н.О., Кирин Б.Ф., Сребный М.А.; Под ред. К.З.Ушакова. – М.: Изд-во Московского государственного горного университета, 2000. – 430 с.

52. Фролов, А.В., Вяльцев, А.В. Анализ аварийности и пожаров в угольной промышленности РФ // «Техносферная безопасность». Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Ростов-н/Д – Шепси, 2005. – С.170 – 175.

53. Ютяев, Е.П. и др. Анализ причин объемных каскадных взрывов на шахтах Кузбасса /Е.П. Ютяев, Г.И. Коршунов, В.М. Шик, А.С. Серегин //Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2014. – № 3. – С. 42 – 48.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Участок	ОПС	Январь			Февраль			Март			Апрель			Май			Июнь			Июль				
		З	Р	КС	З	Р	КС	З	Р	КС	З	Р	КС	З	Р	КС	З	Р	КС	З	Р	КС		
№ 3	Обрушение горной выработки			+																				
	Загазирование горной выработки				+			+																
№ 2	Отсутствие возможности проведения мероприятий, предусмотренных ПЛА		+																					
	Загазирование горной выработки			+																				
	Эксплуатация ленточного конвейера с неэффективным орошением										+													
	Эксплуатация противопожарно-оросительного трубопровода с нарушениями											+				+								
	Эксплуатация вентиляционного шлюза с нарушениями												+											
	Загазирование горной выработки			+																				
№4	Несвоевременное выполнение мероприятий по обеспыливанию													+										
№5	Эксплуатация противопожарно-оросительного трубопровода с нарушениями															+								
№6	Загазирование горной выработки								+															
№7	Взрыв угольной пыли								+															
	Эксплуатация противопожарно-оросительного трубопровода с утечками воды										+													
№3	Загазирование горной выработки							+																

З – стадия зарождения ОПС; Р – стадия развития ОПС; КС – кризисное состояние ОПС.