

**МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«УРАЛЬСКАЯ ГОРНАЯ ШКОЛА– РЕГИОНАМ»**

13–22 апреля 2015 года

ПОЖАРНАЯ И ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

УДК 553.97

**О ПОЖАРООПАСНОСТИ ВОЗГОРАНИЙ ТОРФЯНЫХ ЗАЛЕЖЕЙ
В ПРЕДЕЛАХ МАЛЫШЕВСКОГО ГОРОДСКОГО ОКРУГА**

АЛАЛЫКИНА Д. И.

Уральский государственный горный университет

Муниципальное образование располагается в центральной части Свердловской области в 108 км северо-восточнее областного центра города Екатеринбурга и северо-западнее города Асбеста, является административным центром Малышевского городского округа (ГО). С южной стороны от пос. Малышева расположен пос. Изумруд, к востоку от него находятся пос. Чапаева и Шамейский.

Площадь пос. им. Малышева в границах черты населенного пункта составляет 1299,1 га, из них: промышленная зона – 237,9 га; селитебная территория – 142,6 га. Численность населения на начало 2009 г. – 10,2 тыс. чел.

Климат района – континентальный, с продолжительной зимой и коротким, часто дождливым, летом. Среднемесячная температура января –11 °С, июля +17,5 °С. Среднегодовая температура воздуха + 2,4 °С. Снежный покров устанавливается в конце октября, а таяние снега начинается в марте–апреле. Мощность снежного покрова достигает 0,8 м. Глубина промерзания грунта – около 1,5 м.

Среднегодовое количество осадков составляет 480–500 мм. Наибольшее их количество приходится на июнь и июль.

Преобладающее направление ветров в январе – западное, в июле – западное, северо-западное. Средняя скорость ветра – 4,0 м/с. В отдельные дни скорость ветра достигает 30–35 м/с.

Характер рельефа равнинно-увалистый с заметным эрозионным врезом речной сети.

В районе развиты многочисленные обширные болота. Наиболее крупные из них: Шамейское, Полуденское, Черноозерское. Болота моховые и травяно-лесные, в большинстве случаев труднопроходимые. Некоторые из них ранее осваивались торфопредприятиями. *Заболоченные земли* – территории, характеризующиеся длительным стоянием грунтовых вод на глубине менее 0,5 м от поверхности, присутствием непригодного для строительства аллювиального грунта – торфа.

В пределах территории Малышевского ГО находятся торфяные болота, занимающие общую площадь 22 га, средняя удаленность торфяных залежей от дислокации пожарной части № 109 составляет 2,9 км.

Для оценки объёмного, площадного и пространственного расположения скопления торфяных залежей подготовлена таблица и роза-диаграмма ветров с указанием соответствующих секторов (таблица 1, рисунок 1).

Таблица 1 – Характеристика торфяных залежей вблизи Малышевского ГО

№	№ сектора	№ квартала	Площадь, га	Объем, м ³
1	I	78, 79	3,3	330
2	II	79, 80, 90	11,5	940
3	III	90, 112, 123	0,2	20
4	IV	123, 159	1,7	170
5	V	120, 133, 146	4,8	480
6	VI	120	0,5	50
7	VII	–	–	–
8	VIII	–	–	–

Поселок Малышева с севера, запада и востока окружен лесными массивами, что создает благоприятные условия для защиты поселка от ветров и пыли, для притока свежего воздуха, улучшения условий организации отдыха населения.

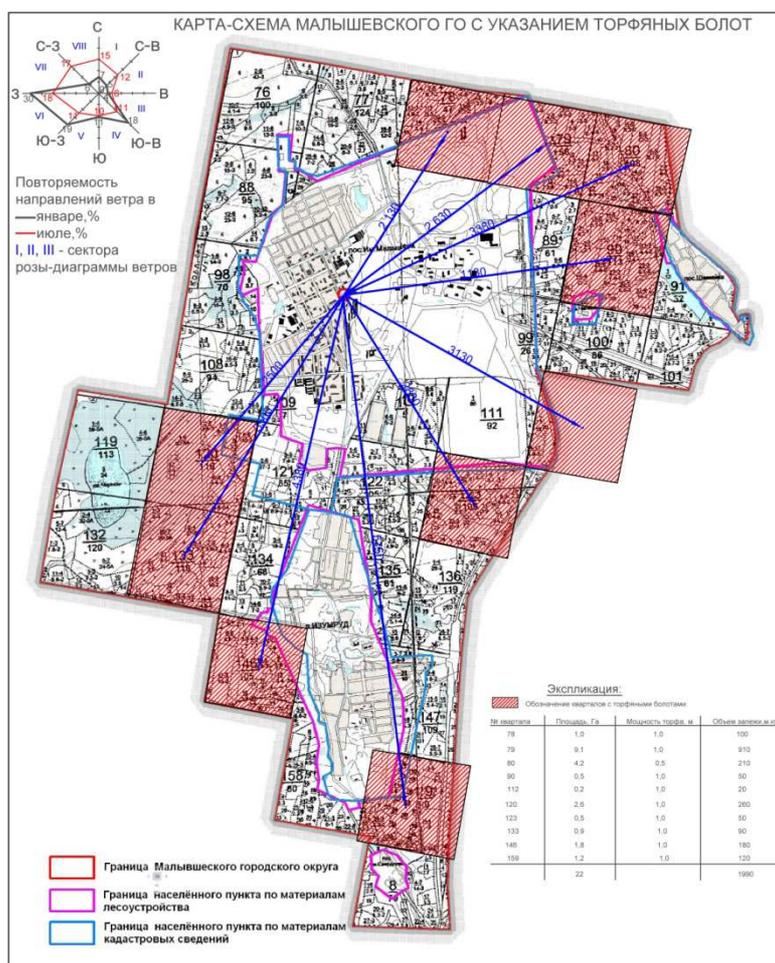


Рисунок 1 – Карта-схема Малышевского городского округа

Опасность для Малышевского городского округа представляют торфяные пожары, которые увеличивают риск возникновения чрезвычайных ситуаций с нанесением ущерба и катастрофическими последствиями.

Основными причинами возникновения лесных пожаров является неосторожное обращение с огнём в лесу населения города, поселков. Так например была напряженная обстановка в 2012 г. по Малышевскому ГО. Горели леса в районе памятника природы «Озеро

Чёрное» в кварталах № 120, 121, 132 Малышевского участка Асбестовского участкового лесничества. Тушение пожара осложнялось тем, что в этом районе леса и пересохшие торфяные болота занимают одни и те же участки. Тушение пожара продолжалось почти месяц.

Мониторинг пожарной опасности осуществлялся по утверждённым маршрутам и с наблюдательных пунктов, расположенных на господствующих высотах (отвал ОАО «МРУ» и отвалы комбината «Ураласбест»). Наземный мониторинг возникновения лесных пожаров осуществлялся визуально работниками лесничества.

Из таблицы видно, что наибольший объем и площадь торфяных залежей находится во II секторе, но по частоте возгораний опасность для Малышевского ГО представляет V сектор, также имеющий значительный объем и площадь торфяных залежей.

Другим направлением розы ветров, указывающим преобладающее направление ветра в пожароопасный период (июль) является VIII сектор. При возгорании огонь будет распространяться в восточном направлении. Усугубляющим обстоятельством развития пожаров в этих участках ожидается возможная задымлённость с западной стороны.

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЗРЫВЧАТОСТИ СУЛЬФИДНОЙ ПЫЛИ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ

ЗАРИПОВА А. К.

Уральский государственный горный университет

С целью подтверждения результатов аналитических расчетов по определению взрывчатости сульфидной пыли нами были проведены серии экспериментальных взрывов в выработках, пройденных по сульфидным рудам.

На основании геологических данных рудников выбирались опытные участки с различным минералогическим составом руд, степень взрывоопасности которых предварительно определялась аналитически. Опытные взрывы выполнялись в тупиковых забоях. Для создания наиболее благоприятных условий воспламенения пыли на отбитую руду, находящуюся в груди забоя, устанавливался заряд предохранительного ВВ. В качестве инициатора взрыва пыли использовался наружный заряд аммонита № 5 ЖВ. Взрываемый заряд ВВ являлся источником образования пылевого облака и его воспламенения.

Профилактические мероприятия по предупреждению взрывов пыли (орошение выработки, забойка и др.) не применялись.

Опытные взрывы выполнялись в междусменные перерывы при отсутствии людей на исходящей струе воздуха.

Для каждого выбранного типа руды проводилась серия экспериментов, состоящая из 3 опытных взрывов. Вес наружного заряда ВВ составлял 2 кг. Если в этом случае взрыва пыли не наблюдалось, то опыты повторялись еще 3 раза зарядами ВВ по 3 кг.

Установлено, что взрывы сульфидной пыли сопровождаются резким повышением давления, ярким пламенем и значительным выделением сернистого газа. Именно по этим признакам при выполнении экспериментов определялось наличие взрывов пыли.

Фиксирование взрывов пыли в забое при проведении опытных взрывов осуществлялось по методике, разработанной Э. И. Чернявским. Согласно этой методике наличие взрыва пыли устанавливалось по увеличению температуры воздуха в забое, интенсивности свечения пылевого пламени и образованию SO_2 в количестве, превышающем допустимую норму.

1. Повышение температуры воздуха в забое при воспламенении аэрозвеси регистрировалось посредством индикаторных флажков или термопар. Флажки составлялись из горючей фотопленки и прикреплялись к бокам выработки на уровне 1–1,5 м от почвы вблизи забоя. В момент взрыва пыли происходило их сгорание.

2. При фиксировании взрывов пыли термопарами последние соединялись по 3 шт. в термобатарейку и устанавливались на расстоянии 5 м от груди забоя. Сигналы от термобатарей по магистральным проводам передавались на милливольтметр, что позволяло дистанционно определять наличие взрыва или вспышки пыли в забое.

3. Интенсивность пламени определялась с помощью фотодатчиков, воспринимающей частью которых были германиевые фотодиоды ФД-1. Преимуществом фотодатчиков по сравнению с термопарами является их безынерционность. Фотодатчики устанавливались совместно с термобатарейками.

4. Фиксирование взрывов пыли по наличию сернистого газа осуществлялось отбором проб воздуха после взрывания зарядов. Отбор проб производился горноспасателями, включёнными в респираторы или посредством автоматических газоотборников.

В местах проведения экспериментальных взрывов отбирались пробы руды. При наличии в забое однородной руды на ширине забоя отбиралась одна бороздовая проба. При наличии нескольких типов руд брались пробы по каждому типу руды в отдельности.

Отобранные пробы подвергались минералогическому анализу.

ОШИБКИ ПРИ ОБЕСПЕЧЕНИИ БЕЗОПАСНОСТИ ВО ВРЕМЯ ТЕРАКТА 11 СЕНТЯБРЯ 2001 ГОДА

КИСЕЛЁВА А. М.

Уральский государственный горный институт

Наряду с чрезвычайными ситуациями природного, техногенного и биолого-социального характера человечество периодически переживает трагедии, вызываемые терроризмом. Главное отличие терроризма от других бедствий заключается в том, что он не возникает от случайного стечения обстоятельств, а умышленно организовывается целенаправленными действиями людей, целью которых является нагнетание страха в обществе. Важной особенностью современного терроризма является его международный характер. Так, террористический акт 11 сентября 2001 г., произошедший в США, оказался трагедией для всего мира.

В тот день в небоскребы Всемирного торгового центра (ВТЦ) в Нью-Йорке и в здание Пентагона врезались три самолета, управляемые террористами. Четвертый разбился в штате Пенсильвания. В результате терактов погибли те, кто находился в зданиях и в захваченных самолетах. Кроме того, катастрофа унесла жизни пожарных и полицейских. 20 августа 2002 г. был опубликован первый официальный список погибших в Нью-Йорке в результате крушения ВТЦ. В нем значатся 2819 чел. из 80 стран мира.

В результате теракта в Вашингтоне, когда самолет врезался в здание Пентагона, погибли 184 чел.: 120 сотрудников и 64 пассажира и члена экипажа. 44 чел. погибли на самолете, который был угнан террористами, но, не долетев до Вашингтона, разбился в штате Пенсильвания. Общее количество погибших составило более 3000 чел., около 6000 были ранены [1].

Вскоре после теракта был проведен ряд исследований с целью понять, была ли возможность успеть эвакуировать всех посетителей ВТЦ или даже не допустить разрушения башен-близнецов.

Среди технических проблем, возникших после трагических событий 11 сентября 2001 г., основное место заняли проблемы, связанные с обеспечением устойчивости уникальных объектов при ЧС с участием пожара. Одна из этих проблем состояла в том, что во время террористической атаки башен ВТЦ 11 сентября 2001 г. в Нью-Йорке эти здания утратили свою устойчивость гораздо быстрее, чем это регламентировалось нормами пожарной безопасности по огнестойкости. Прогрессирующее обрушение Южной башни (ВТЦ-2) произошло через 56 мин., а Северной башни (ВТЦ-1) – через 102 мин. после атаки террористов, в то время как несущие конструкции этих башен должны были сопротивляться воздействию пожара не менее 180 мин., т. е. имелись пределы огнестойкости по потере несущей способности R180 [1–3]. Аналогичная ситуация также наблюдалась 11 сентября 2001 г. во время атаки террористов здания Пентагона. Несмотря на то, что предел огнестойкости ключевых элементов здания Пентагона (мощных железобетонных колонн) превышал 180 мин. по потере несущей способности (R180), наружное кольцо здания Пентагона в зоне ЧС утратило свою устойчивость через 19 мин.

Причиной разрушения стал огонь, расплавивший металлические перекрытия: согласно предположениям специалистов, после взрывов температура в некоторых местах зданий превышала 1500°.

Однако существующие нормы строительства высотных зданий предполагают воздействие столь высоких температур. Для защиты перекрытий разрабатываются специальные огнеупорные материалы.

Почему же башни-близнецы рухнули так быстро? Почему изоляция оказалась такой слабой и недостаточно долго выдерживала огонь?

Уже не первый год производители синтетических аналогов хризотил-асбеста пытаются добиться всемирного запрета на этот уникальный строительный материал. Проблема состоит в

том, что ни в США, ни в Европе месторождений хризотила нет, а стройматериал действительно пользуется спросом: недорогой, пожаробезопасный. Антиасбестовое лобби добилось определенных запретительных мер в США и Европе, но на мировом уровне это сделать не удалось: нет ни одного международного исследования, подтверждающего вредность хризотила.

В результате, синтетические аналоги хризотила оказались неспособны защитить несущие конструкции, и башни рухнули, не продержавшись необходимое время [2].

Кроме того, во время теракта в эвакуации людей могли помочь автономные объекты, такие как:

1. *Эвакуационный самоспасатель* – заранее установленное самоспасательное устройство для спуска сотрудников по внешней стороне зданий, которое не требует участия пожарных или спасателей. Устройства разработаны таким образом, что высота спуска может достигать более 300 м и проводить безостановочную эвакуацию. Устройства не могут быть использованы, если линия спуска проходит через открытое пламя.

2. *СИЗОД* – средство индивидуальной защиты органов дыхания, используется сотрудниками здания для предотвращения отравления продуктами горения. Сотрудник может эвакуироваться по пожарной или обычной лестнице с одетым на голову СИЗОДом более чем 30 мин.

3. *Подвесная платформа* – позволяет эвакуировать людей при пожаре с помощью вертолета, например, с крыши горящего небоскреба. Одна эвакуационная платформа позволяет спасти 10 чел. за одну операцию полёта к объекту.

Последствия событий 11 сентября ужасают: несколько разрушенных зданий, около 3000 погибших людей, засыпанный пеплом Уолл-Стрит, прекращение работы Нью-Йоркской биржи на 2 дня, эвакуация правительственных учреждений.

Эта террористическая операция повлекла за собой, как минимум, две войны: в Ираке и Афганистане. А также несколько «скрытых» войн: в Йемене, Сомали, в странах зоны Сахеля [3].

Предугадать террористическую операцию практически невозможно, многие последствия неизбежны, но при тщательном изучении вопросов безопасности и при применении их на действии можно существенно снизить число жертв. При строительстве зданий не стоит поддаваться предрассудкам и экономить на безопасности, расходы на устранение последствий будут расти потом в геометрической прогрессии. Ни для кого не секрет, что самое важное в ЧС – соблюдение правил техники безопасности. Все об этом знают, но вспоминают слишком поздно. Важно также помнить, что никто не застрахован от риска террористической атаки, и готовиться к таким мероприятиям нужно заранее, до их наступления. И самое главное, не экономить на технике безопасности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. РИА Новости. URL: <http://ria.ru>
2. Теракт 11 сентября: жертв можно было избежать... URL: <http://yourtimes.ru>
3. Журналист Клод Монике – о терактах 11 сентября. URL: www.svoboda.org

АНАЛИЗ СПОСОБОВ БОРЬБЫ СО ВЗРЫВАМИ СУЛЬФИДНОЙ ПЫЛИ НА МЕДНОКОЛЧЕДАНЫХ РУДНИКАХ

КУЗНЕЦОВА Д. А., ТЕТЕРЕВ Н. А.

Уральский государственный горный университет

Для повышения эффективности добычи сульфидных руд, отработка которых осложняется опасностью возникновения взрывов сульфидной пыли, весьма важной является разработка методов борьбы с ними. Взрывы сульфидной пыли имеют место в настоящее время на ряде колчеданных месторождений. Исследования в области взрывов сульфидной пыли до недавнего времени носили ограниченный характер и сводились, в основном, к изучению её аэровзвесей. Все существующие способы борьбы со взрывами пыли основаны на подавлении уже образованной пылевоздушной смеси, в то время как методам предотвращения образования взрывоопасных концентраций сульфидной пыли не уделялось должного внимания.

При проведении горных выработок по колчеданным рудам систематически возникают взрывы сульфидной пыли. Они сопровождаются выделением большого количества сернистого газа, разрушением крепи и забойного оборудования. Имели место случаи возникновения подземных пожаров. Взрыв пылевого облака может произойти лишь при наличии источника воспламенения, температура которого превышает минимальную температуру взрыва пыли [1]. Для сульфидной пыли эта температура составляет порядка 4000–5000 °С. Наряду с температурой большую роль играет тепловая мощность источника. Взрыв заряда ВВ в выработке является одновременно источником образования пылевого облака и причиной его воспламенения. Температура газообразных продуктов детонации непродохранных ВВ составляет 2800–3500 °С, т. е. намного превышает температуру воспламенения пыли. Исходя из этого, для предупреждения взрывов были необходимы мероприятия, направленные на снижение температуры и уровня тепловой энергии взрывных газов [2].

В России на рудниках по добыче медных руд используют несколько способов борьбы со взрывами сульфидной пыли. Одним из направлений является использование при взрывных работах *гидропасты*, основным назначением которой является подавление образующихся при взрыве ВВ ядовитых газов и пыли. Гидропаста предотвращает взрывы и выгорания сульфидной пыли и, как следствие этого, резко сокращает содержание в атмосфере сернистого газа.

Предложен способ борьбы со взрывами сульфидной пыли на колчеданных рудниках, основанный на инертизации забойной зоны инертными газами. Для этой цели используются газообразные продукты детонации зарядов ВВ, предназначенные для отбойки руды. При взрывчатом разложении ВВ образуется до 1 м³/кг инертных газов, представленных в основном азотом и углекислым газом. После детонации зарядов эти газы выбрасываются в атмосферу, заполняя компенсационную камеру и прилегающие к ней выработки. При этом происходит перемешивание инертных газов с рудничным воздухом, и как следствие этого – снижение кислорода.

Анализ массовых взрывов на колчеданных рудниках за большой период времени показал, что взрывы пыли не зависят от величины взрывных зарядов и других параметров буровзрывных работ. В конце 90-х годов прошлого века на рудниках стали водить ингибиторные частицы в состав ВВ, что предотвратило взрывы сульфидной пыли. В состав ВВ вводят карбонат кальция в количестве 10–15 %, что снижает выброс сернистого газа на 50 % по отношению к чистому ВВ без профилированной забойки и на порядок с применением забойки. Данный способ показывает, что температура продуктов взрыва и температура во фронте ударной воздушной волны не могут быть использованы в качестве критерия однозначной оценки предохранительных свойств ВВ, применяемых на колчеданных рудниках, решающую роль в процессе снижения воспламенения и взрыва сульфидной пыли играет катализирующее действие продуктов взрыва за счёт содержания введённых в них ингибиторов.

Для шахт группы I обязательными являются смывание серной пыли со стенок выработок и орошение забоя перед взрыванием. При влажности 9–9,5 % сульфидная пыль

становится невзрывоопасной. Для шахт группы II наряду с орошением серной пыли со стенок выработок предусматривается применение предохранительных ВВ, электродетонаторов мгновенного и короткозамедленного действия и электрооборудования во взрывоопасном исполнении. В качестве средств реализации способов орошения можно использовать любые конструкции оросителей и туманообразователей. Вместе с тем, анализ теории и практики взрывных работ на рудниках по добыче колчеданных руд показывает, что взрывы сульфидной пыли имеют место.

Исходя из вышесказанного, для полного исключения взрывов сульфидной пыли необходимо комплексное применение предложенных способов и продолжение исследования в этом направлении.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кожабаяев Махмуд Хали-улы. Разработка способов предупреждения взрывов сульфидной пыли на основе управления параметрами взрывного нагружения. СПб., 1995.
2. Тетерев Н. А. Анализ способов борьбы со взрывами сульфидной пыли / Уральская горная школа регионам: сб. трудов междунар. науч.-практ. конф. Екатеринбург: УГГУ, 2013.

ГОРНЫЕ ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА РАБОТОСПОСОБНОСТЬ ЧЕЛОВЕКА

КУЗНЕЦОВА Д. А.

Уральский государственный горный университет

В настоящее время не вызывает сомнения факт, что чем выше человек поднимается в горы, тем к большему изменению климатических факторов он должен адаптироваться и тем значительнее у него снижается работоспособность.

Главной причиной климатических отличий гор от соседних равнин является увеличение высоты над уровнем моря. Кроме того, важной особенностью является рельеф местности (степень расчленения, относительная высота и направление горных хребтов, экспозиция склонов, ширина и ориентировка долин и др.)

Можно различать горные условия в зависимости от высоты на уровне моря:

- высокогорье – свыше 2500 м над уровнем моря;
- среднегорье – от 1300 до 2500 м над уровнем моря;
- низкогорье – от 600 до 1200 м над уровнем моря.

Горный климат существенно отличается от климатических условий в свободной атмосфере над равниной на тех же высотах; климатические условия на обширных высоких плато также отличаются от условий в долинах, на горных склонах или на отдельных пиках. Это происходит вследствие того, что атмосферное давление, температура, влажность воздуха, парциальное давление кислорода и солнечная радиация меняются с высотой очень сильно. В основном работоспособность снижается в условиях среднегорья и высокогорья. Особенно часто это наблюдается в таких видах работ, где велики и скорость передвижения, и потребление кислорода: положительное влияние среднегорья, выраженное в снижении энергозатрат на преодоление сопротивления воздуха, имеет большее значение, чем отрицательное, выраженное в уменьшении энергопродукции из-за уменьшения потребления кислорода организмом.

Функциональные показатели работоспособности в горных условиях.

1. Уровень потребления кислорода. Этот показатель имеет важное значение для оценки работоспособности в горных условиях в связи с тем, что гипоксия усиливает процессы гликолиза и, следовательно, создаёт предпосылки для более раннего включения этого механизма в структуру энергетического обеспечения работы. Результаты исследований многих учёных показали, что подъём в горы отрицательно сказывается на уровне потребления кислорода. На высоте 2300 м он снизился на 28 %, а на высоте 3340 м – на 50 %.

2. Ударный объём сердца при мышечной работе с подъёмом на высоту свыше 2500 м уменьшается, что снижает аэробную производительность. На высоте свыше 4000 м это уменьшение на третьей неделе становится более выраженным.

3. Буферная ёмкость крови и тканей уменьшается с увеличением высоты, однако на средних высотах эти явления рядом авторов не отмечены. В процессе адаптации к гипоксии при компенсации респираторного алкалоза происходит усиленное выведение бикарбонатов с мочой. Это снижает щелочной резерв и уменьшает буферную ёмкость крови, что, в свою очередь, ведёт к снижению способности переносить кислородную недостаточность и, в конечном итоге, может отрицательно сказываться на работоспособности при всех видах спортивной деятельности, выполняемых на фоне развития кислородной задолженности организма. Однако с наступлением акклиматизации буферная ёмкость крови увеличивается. Это становится одним из факторов, обуславливающих повышение работоспособности.

4. На умеренных высотах под воздействием гипоксии первоначальное усиление вентиляции лёгких приводит к повышению рН крови, обусловленному снижением PCO_2 , под влиянием обеих этих реакций вентиляция ингибируется, что, в свою очередь, ведёт к повышению PCO_2 и снижению рН, что вместе с одновременным уменьшением концентрации бикарбонатов в плазме крови в связи с их усиленным выведением почками снова стимулирует вентиляционную реакцию с постепенным приближением её к окончательной величине по

завершении акклиматизации. На больших высотах также происходит повышение рН артериальной крови, однако возвращение этого показателя к исходному уровню в процессе акклиматизации протекает очень медленно. Об этом свидетельствуют данные, полученные при наблюдении за 11 жителями уровня моря, поднятыми на высоту 3200 м, где они находились в течение 10 дней (уровень рН артериальной крови в первые два дня повысился у них на 0,03–0,04 ед. и затем оставался практически без изменений, в то время как PCO_2 в артериальной крови и концентрация бикарбонатов в плазме продолжали падать). Кислородная ёмкость крови при подъёме в горы увеличивается, однако с определенного уровня высоты начинает снижаться объём крови за счёт уменьшения плазмы. На высоте 4000 м эта недостаточность не устраняется в течение месяца.

5. В горной местности в период острой акклиматизации в течение 7–8 дней нарушается тонкая координация движений, что связано с расстройством стереотипии двигательного навыка. Система координации нарушается, прежде всего, под воздействием умеренной гипоксии, а также в новых условиях разрежённости воздушной среды.

Наряду с явлениями снижения работоспособности человека при подъёме в горы имеются сведения о патологических изменениях, вызванных напряжённой мышечной работой на определенных высотных уровнях.

Для коренных жителей высокогорья является здоровой средой, и лишь для поднявшихся сюда жителей долин она может быть неблагоприятной. Ведь на высотах более 2500 м живут многие миллионы людей, обладающие хорошей работоспособностью и способностью обеспечивать воспроизводимость населения. Вместе с тем такие высоты могут привести к ограничению максимальной плодовитости и повысить неонатальную смертность. Однако у горных популяций в целом отмечается более низкий уровень холестерина и кровяного давления, хотя гипоксия высоты отягощает течение лёгочных заболеваний.

В ряде случаев неблагоприятные явления имеют место даже на умеренных высотах. Наблюдается большое число случаев заболеваний горной болезнью и её осложнениями на высотах 2500–3000 м. Длительное пребывание в условиях гипоксии, соответствующей высоте 3000–4000 м и выше, – вредно.

При выполнении напряжённой и продолжительной физической работы с постепенным увеличением высоты в организме могут развиваться явления, представляющие опасность для здоровья человека.

СИСТЕМЫ ПОЖАРНОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ. ПОЖАРНЫЕ ИЗВЕЩАТЕЛИ

КУЗНЕЦОВА Д. А., РУСИНОВ А. Б.

Уральский государственный горный университет

Системы пожарной сигнализации в настоящее время используются на всех предприятиях, учреждениях и объектах. Они включают в себя технические средства обнаружения факта появления признаков пожара (пожарные извещатели), технические средства сбора и обработки информации (приборы приёмно-контрольные) и технические средства оповещения (световые и звуковые оповещатели).

Цель данной работы – описать типы пожарных извещателей, их достоинства и недостатки.

Пожарный извещатель (ПИ) – устройство для формирования сигнала о пожаре (по ГОСТ 12.2.047).

По способу приведения в действие ПИ подразделяют на автоматические и ручные.

По способу электропитания ПИ подразделяют на:

- а) питаемые по шлейфу;
- б) питаемые по отдельному проводу;
- в) автономные.

По возможности установки адреса в ПИ их подразделяют на:

- а) адресные;
- б) неадресные.

Извещатель обнаруживает возгорание и активируется по одной из четырех причин:

- резкое повышение температуры в окружении;
- резкое повышение концентрации частиц дыма в воздухе;
- появление в окружающей среде излучения, испускаемого открытым пламенем;
- выделение газов.

Условное обозначение пожарных извещателей должно состоять из следующих элементов: ИП Х1Х2Х3-Х4-Х5.

Аббревиатура ИП определяет наименование «извещатель пожарный». Элемент Х1 обозначает контролируемый признак пожара; вместо Х1 приводят одно из следующих цифровых обозначений:

- 1 – тепловой;
- 2 – дымовой;
- 3 – пламени;
- 4 – газовый;
- 5 – ручной;
- 6...8 – резерв;
- 9 – при контроле других признаков пожара.

Классификация пожарных извещателей

1. *Автоматический пожарный извещатель* – пожарный извещатель, реагирующий на факторы, сопутствующие пожару (по ГОСТ 12.2.047).

В зависимости от вида контролируемого параметра, разделяется:

- газовый;
- тепловой;
- пламени (световые);
- комбинированный;
- дымовой.

2. *Ручной пожарный извещатель* – устройство, предназначенное для ручного включения сигнала пожарной тревоги в системах пожарной сигнализации (по НПБ 70-98).

В ручных извещателях не предусмотрена функция обнаружения очага возгорания. Данный извещатель предназначен для ручного включения сигнала тревоги в системах

пожарной сигнализации и пожаротушения. Тревожное извещение передаётся в электрическую цепь шлейфа сигнализации после обнаружения загорания человеком и нажатия им соответствующей кнопки.

В каждом защищаемом помещении следует устанавливать не менее двух пожарных извещателей.

При выборе типа ПИ должен быть произведён расчет времени наступления предельно допустимых значений опасных факторов пожара и соответственно величины очага пожара, который должен быть обнаружен.

Решающим значением при выборе типа ПИ является определение превалирующих факторов пожара (газ, аэрозоль, дым, пламя, температура), последовательность и время их появления.

Расчет производится по следующим факторам:

- по повышенной температуре;
- потере видимости;
- пониженному содержанию кислорода;
- углекислому газу CO_2 ;
- угарному газу CO .

АНАЛИЗ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ В РЕСПУБЛИКЕ САХА (ЯКУТИЯ)

КЫРБАСОВ А. А., АПРОСИМОВА Е. П.

Северо-Восточный федеральный университет имени М. К. Аммосова

Пожары природного характера являются серьёзной угрозой деятельности человека. Это не только уничтожение лесного фонда, но и угроза жизни и здоровью людей, порой сопровождающаяся гибелью. Наносится огромный экономический ущерб, который исчисляется миллиардами рублей. Как техногенные катастрофы, пожары были и будут в течение ближайших 100 лет.

С начала пожароопасного сезона 2014 г. на территории республики зарегистрировано 306 лесных пожаров; площадь, пройденная пожарами, составляет 1 269 453,94 га, в том числе лесной площади 949 541,84 га и нелесной 319 912,1 га.

В зоне применения авиационных сил и средств – 169 пожаров на площади 623 925,7 га, в зоне применения наземных сил и средств – 80 пожаров на площади 113 939,24 га, в зоне космического мониторинга I уровня – 38 пожаров на площади 66 594 га, II уровня – 19 пожаров на площади 464 995 га.

Количество лесных пожаров, перешедших в категорию крупных – 50, площадь, пройденная огнем – 1 259 882 га, в том числе 941 897 га лесной площади. Для сравнения: за пожароопасный сезон 2013 г. зарегистрировано 390 лесных пожаров на общей площади 813,1 тыс. га, в том числе на лесной площади 674,3 тыс. га и 138,7 тыс. га нелесной.

Динамика лесопожарной обстановки в республике последние 2 года не утешительна. В мае возникло 61 возгорание (в 2013 году – 198 лесных пожаров), в июне – 68 (в 2013 году 123 лесных пожаров), в июле – 103 (в 2013 году – 40 лесных пожаров), в августе – 73 (в 2013 году – 29 лесных пожаров), в сентябре – 1 (в 2013 году – 0 лесных пожаров) [1].

В связи с превышением чрезвычайного показателя, указом временно исполняющего обязанности Главы Республики Саха (Якутия) от 15 июля 2014 года № 2781 был введён режим чрезвычайной ситуации в лесах регионального характера на территории Республики Саха (Якутия) [2], отменённый 2 сентября [3].

В 2014 г. с учетом сложной пожарной обстановки Правительством Республики Саха (Якутия) была проделана следующая работа:

1. На базе Центра управления в кризисных ситуациях в Республике Саха (Якутия) в круглосуточном режиме организована работа межведомственной рабочей группы по контролю и оперативному реагированию на территории Республики Саха (Якутия) с участием представителей министерств и ведомств. Также на уровне муниципальных образований действовали оперативные штабы по тушению лесных пожаров.

2. Приняты решения о выделении из республиканского бюджета ассигнований на сумму порядка 514,4 млн руб. на мероприятия по охране лесов от пожаров.

3. На ликвидацию лесных пожаров на территории республики были привлечены воздушные суда МЧС России: 2 единицы Бе-200ЧС, 1 единица Ми-8, с софинансированием затрат на переброску сил и средств по Плану межрегионального маневрирования Рослесхоза.

4. Выделено 185,8 т нефтепродуктов (ориентировочно – 6 млн руб.) для муниципальных районов и авиакомпаний республики из запасов, завезённых для жизнеобеспечения Республики Саха (Якутия) (бензина А-76 (80) – 30 т, бензина А-92 – 38,9 т, дизтопливо – 66,4 т, а также авиационное топливо ТС-1 – 50 т).

В соответствии со Сводным планом тушения лесных пожаров на территории Республики Саха (Якутия) были разработаны и реализованы оперативные планы тушения по каждому лесному пожару, назначены руководители, определены превентивные мероприятия, а также установлены сроки ликвидации и локализации действующих пожаров.

Основными проблемными вопросами по охране лесов от пожаров были и являются:

- недостаточное финансирование на лесоавиационные работы. Выделяемые плановые ассигнования на авиапатрулирование не позволяют обеспечить кратность на уровне

нормативной. Информационная система дистанционного мониторинга – Рослесхоза выявляет очаги на площадях свыше 25 га, что не позволяет выявлять мелкие очаги пожара;

- слабая обеспеченность средствами предупреждения и тушения;
- удалённость и труднодоступность охраняемой территории – среднее расстояние между населенными пунктами составляет 300 км;
- отсутствие научно обоснованного плана противопожарного обустройства лесов.

Для оптимизации подготовки к следующему пожароопасному сезону предлагается:

- предусмотреть научно обоснованное планирование тушения лесных пожаров на территории лесничеств, на основании которого сформировать реализуемый Сводный план тушения лесных пожаров;
- организовать проведение выездных совещаний руководства департамента с главами муниципальных образований районов и поселений, а также представителей территориальных органов прокуратуры, МВД, МЧС, Минсельхоза и Минприроды по итогам 2014 г., для постановки задач для подготовки к пожароопасному сезону 2015 г.;
- разработать планы по погашению кредиторской задолженности по тушению лесных пожаров за 2013 г. (76, 66 млн руб.) и за 2014 г. (789,15 млн руб.);
- довести нормативную оснащённость лесопожарной техники в подведомственных учреждениях до уровня, принятого в государственной программе Республики Саха (Якутия) «Развитие лесного хозяйства 2012–2017 годы»;
- совершенствовать систему обнаружения лесных пожаров с применением инновационных научно обоснованных методов;
- обосновать и обеспечить нормативную правовую базу ежегодной приёмки работ по противопожарному обустройству лесов на арендованных лесных участках.
- организовать лесопожарное просвещение в учреждениях образования, производственных предприятиях, общественных организациях, СМИ, телевидении и Интернет.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Годовые отчеты отдела организации охраны и защиты лесов за 2013 год // Офиц. сайт департамента по лесным отношениям РС(Я). URL: <http://www.sakha.gov.ru>
2. Указ Главы Республики Саха (Якутия) от 15 июля 2014 года «О введении режима чрезвычайной ситуации в лесах регионального характера на территории Республики Саха (Якутия)» / Собрание законодательства РС (Я) ИЛ ТУМЭН. 2014. № 17. Ст. 1852.
3. Указ временно исполняющего обязанности Главы Республики Саха (Якутия) (от 02.09.14 № 2853 «Об отмене режима чрезвычайной ситуации в лесах регионального характера, возникшей вследствие лесных пожаров на всей территории Республики Саха (Якутия)»)» / Собрание законодательства РС (Я) ИЛ ТУМЭН. 2014. № 17. Ст. 1852.

К ВОПРОСУ ГОРЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ШАХТ В ИЗОЛИРОВАННОМ ОБЪЕМЕ ПУТЕМ ОСРЕДНЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИЕЙ ПОЖАРООПАСНЫХ ГАЗОВ

МАМЕДОВ А. Ш.

Уральский государственный горный университет

В связи с тем, что известный метод определения средних концентраций по объему изолированного участка [1] не поддается формализации, возникает необходимость создания предлагаемого здесь метода.

Основная идея метода заключается в покрытии плана изолированного участка сетью равновеликих квадратов и допущений о линейном изменении концентрации вдоль сторон квадрата сети. При таком допущении объем изолированного пожарного участка разбивается на N прямоугольных параллелепипедов, которые являются основными ячейками для определения среднеобъемных концентраций компонентов пожароопасных газов.

Среднеобъемные концентрации компонентов пожароопасных газов изолированного участка определяются по формуле [2]

$$C_{\text{ср}}^{(k)} = \frac{\sum_{n=1}^N C_{nv}^k V_n}{\sum_{n=1}^N V_n},$$

где $C_{\text{ср}}^{(k)}$ – среднеобъемная концентрация k -го компонента пожароопасных газов; $C_{nv}^{(k)}$ – среднеарифметическая концентрация компонента пожароопасного газа в n -м параллелепипеде; v_n – объем n -го элемента изолированного участка, имеющего вид прямоугольного параллелепипеда, с высотой, совпадающей с высотой выработанного пространства и площадью основания, совпадающей с квадратом сети; N – количество квадратов сети.

Формулу можно упростить, полагая, что высота выработанного пространства, перпендикулярно плоскости пласта (плоскости плана), постоянна, а концентрации компонентов пожароопасных газов вдоль неё в каждой точке плана изолированного участка неизменны [3].

Тогда $v_n = v = \text{const}$, а $C_{nv}^{(k)} = C_n^{(k)}$. Для нахождения величины $C_n^{(k)}$ необходимо воспользоваться основным допущением о линейном изменении концентрации компонента пожароопасного газа вдоль стороны квадрата сети и вычислить сначала значение концентрации в вершинах квадратов, принадлежащих контуру сети, а затем в вершинах, лежащих внутри него.

При выборе шага разбивки плана участка на сеть квадратов целесообразно за длину сторон равновеликих квадратов выбрать такую величину, чтобы все характерные точки находились в вершинах квадратов (характерными считаются точки набора проб газов и пересечений горных выработок), а площадь всей сети не отличалась от площади плана изолированного участка более чем на 15 %.

Предлагаемый метод можно представить в виде алгоритма реализации процесса осреднения концентрации компонентов пожароопасного газа в изолированном участке по полученным данным анализа проб, взятых одновременно в различных точках участка, и по координатам характерных точек. Он позволяет вести контроль с использованием электроники за процессами, происходящими в изолированном пожарном участке, и разрабатывать соответствующие мероприятия по ликвидации пожара.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Осипов С. Н. Применение инертных газов при ликвидации подземных пожаров. Киев: Техника, 1973.
2. К расчету интенсивности горения в очаге пожара после его изоляции / С. Н. Осипов [и др.]. М., 1967 г.
3. Льюис Е., Эльбе Г. Горение, пламя и взрывы в газах. М., 1963.

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ ЗАЩИТЫ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА
СИНТЕТИЧЕСКОГО КАУЧУКА ЗАО «СИБИРСКАЯ ШИНА»
ГОРОДА КРАСНОЯРСКА**

МИХАЙЛЮКОВ Е. С.

Уральский государственный горный университет

Производство синтетических каучуков в России осуществляется на десяти предприятиях, три из них производят бутадиен-нитрильные каучуки. Крупнейшим из них является ОАО «Красноярский завод СК». На его долю приходится 76 % выпускаемой продукции.

За анализируемый период общие объёмы производства каучука на данном объекте увеличились на 33,3 %.

Предприятия по производству синтетических каучуков являются пожаровзрывоопасными объектами, так как в технологическом процессе обращаются пожаровзрывоопасные вещества и материалы; технологический процесс осуществляется под давлением, что сопряжено с возможностью аварий и пожаров. Возможной причиной взрывов и аварий зачастую является нарушение герметичности аппаратов, работающих под давлением, из-за нарушения режима эксплуатации, коррозии аппаратуры и т. д.

Как показывает статистика, вопросы пожаровзрывобезопасности данных объектов являются актуальными.

Технологический процесс производства каучука достаточно сложен и состоит из следующих основных стадий:

- подготовка и очистка исходных реагентов;
- полимеризация;
- дегазация латекса;
- выделение и сушка каучука.

Анализ пожароопасных свойств веществ и материалов, обращающихся в производстве, показал, что в технологии производства синтетического каучука применяется большое количество горючих газов и легковоспламеняющихся жидкостей.

Отсюда можно сделать вывод, что нарушение герметичности аппаратов, работающих под давлением, может привести к выходу горючих веществ из оборудования, образованию взрывоопасной смеси с возможностью последующего воспламенения или взрыва от источников воспламенения.

В целях совершенствования противопожарной защиты предлагается заменить привод мешалки с сальниковыми уплотнениями на герметичный привод мешалки с магнитной муфтой на постоянных магнитах.

Применение данного устройства позволит:

- обеспечить надежность и пожаровзрывобезопасность работы оборудования;
- предотвратить загрязнение окружающей среды;
- улучшить санитарно-гигиенические условия труда в цехе.

АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ОЦЕНКИ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ РИСКОВ

МОНАХОВ Е. Д., МОНАХОВА А. И., МУХАЧЕВА Л. В.

Уральский государственный горный университет

В соответствии с законодательством Российской Федерации работодатель обязан обеспечить безопасность работников и информировать их о существующем риске повреждения здоровья на рабочих местах, а работник, в свою очередь, имеет право получить достоверную информацию о существующем риске повреждения здоровья, а также отказаться от выполнения работ в случае возникновения опасности для его жизни и здоровья. Для оценки профессиональных рисков в Российской Федерации утверждён ряд методик. Они содержатся в Р 2.2.1766-03 «Руководство по оценке профессионального риска для здоровья работников. Организационно-методические основы, принципы и критерии оценки» [1] и ГОСТ Р 12.0.010-2009 «Системы управления охраной труда. Определение опасностей и рисков» [2]. Кроме того, Международная организация труда (МОТ) для оценки рисков на рабочих местах рекомендует использовать практическое пособие Мерви Муртонена «Оценка рисков на рабочем месте- практическое пособие» [3], изданное техническим исследовательским центром Финляндии.

В статье предлагается рассмотреть ключевые моменты методик и результаты оценки рисков по Р 2.2.1766-03 и пособию МОТ, сделать вывод о возможности применения каждой из них для исчерпывающей оценки индивидуального профессионального риска. Для целей исследования будет рассмотрен работник, который осуществляет свою профессиональную деятельность в течение 10 лет в качестве машиниста экскаватора в карьере по добыче нерудных полезных ископаемых. Класс условий труда, установленный на данном рабочем месте в соответствии с Р 2.2.755-99 [4], – 3,2 (вредные условия труда 2 степени). В течении 5 лет на данном участке работ произошло 11 несчастных случаев на производстве.

Для индивидуальной оценки профессионального риска, в соответствии с Р 2.2.1766-03, применяется следующий порядок. *Первый этап* включает в себя осмотр рабочего места для выявления опасных и вредных факторов производственной среды и видов работ, при которых работники могут подвергаться выявленным опасным факторам. *Второй этап* включает в себя сбор информации об опасных и вредных факторах и оценку экспозиции работников по уровню фактора и времени его действия и её сравнение с нормативами. *Третий этап* – оценка возможности устранения опасности или её снижения до минимально допустимого уровня, а также непосредственно оценка риска. Как следует из Р 2.2.1766-03, заключительным этапом оценки профессионального риска является его оценивание – установление класса условий труда по Р 2.2.755-99 (утратило силу в связи с принятием Р 2.2.2006-05 [5]) и категории доказанности риска. Мерой риска является класс условий труда.

Таким образом, для рассматриваемого рабочего места профессиональный риск будет средним (существенным), что следует из таблицы 1 приложения 1 Р 2.2.1766-03 и, соответственно, требуются меры по снижению риска в установленные сроки, как следует из этой же таблицы.

Оценка рисков на основе практического пособия Мерви Муртонена совершается с помощью анкет. Анкеты разделены на пять видов рисков:

- физические факторы опасности;
- опасности несчастного случая;
- эргономика;
- химические и биологические факторы опасности;
- психологическая нагрузка.

В каждой анкете упомянуто о 16–20 факторах опасности или опасных ситуаций. По результатам оценки, наибольшая величина риска для рассматриваемого работника связана с опасностью несчастного случая (30 баллов), далее по убывающей – нервное напряжение (26 баллов), физические факторы опасности (12 баллов), химические факторы опасности (11 баллов), эргономика (3 балла). В рассматриваемой методике общая величина профессионального риска не имеет определяющего значения. Для установления срочности мероприятий, направленных на снижение риска, следует рассматривать факторы риска, в отдельности содержащиеся в каждой анкете, и соответственно определять необходимые мероприятия для уменьшения риска. Так, в соответствии с методикой Муртонена, требуется проведение обязательных немедленных мероприятий по ликвидации риска, а работа в данных условиях должна быть немедленно прекращена, и её нельзя возобновлять прежде, чем будет снижен риск несчастного случая. Физические факторы опасности также представляют значительный риск, и работа в таких условиях должна быть немедленно прекращена. Её нельзя возобновлять прежде, чем риск будет снижен.

Таким образом, рассмотрев две методики, можно сказать о несходности результатов оценки по каждой из них.

Несомненно, что оценка по Р 2.2.1766-03 даёт более обоснованные результаты, которые основаны на инструментальных измерениях и статистическом материале. Кроме того, право проводить оценку профессиональных рисков, по Р 2.2.1766-03, имеют только специалисты ЦГСЭН, научно-исследовательских организаций и центров медицины труда. Однако эта методика направлена в большей степени на установление риска профзаболеваний и не даёт представления о риске травмирования.

Оценка по пособию Муртонена позволяет более полно рассмотреть все параметры работы на данном рабочем месте. Минусами являются субъективность результатов анкетирования, отсутствие инструментальной доказательной базы величины риска.

Представляется необходимым для максимально полной оценки профессионального риска работника объединение этих двух методик, их последовательное использование, которое позволит получить обоснованный результат с учетом плюсов каждой из методик. Попытки такого объединения наблюдаются в ГОСТ Р 12.0.010-2009, но несомненно требуется дальнейшее исследование данного вопроса.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Р 2.2.1766-03 «Руководство по оценке профессионального риска для здоровья работников. Организационно-методические основы, принципы и критерии оценки».
2. ГОСТ Р 12.0.010-2009 «Системы управления охраной труда. Определение опасностей и рисков».
3. Муртонен М. Оценка рисков на рабочем месте: практическое пособие. Субрегиональное бюро Международной организации труда для стран Восточной Европы и Центральной Азии.
4. Р 2.2.755-99 «Гигиенические критерии оценки и классификация условий труда по показателям вредности и опасности факторов производственной среды, тяжести и напряженности трудового процесса».
5. Р 2.2.2006- 05 «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда».

СПОСОБ ОБНАРУЖЕНИЯ РАБОЧЕГО ПЕРСОНАЛА ПРИ ВЕДЕНИИ ПОДЗЕМНЫХ ГОРНЫХ РАБОТ

ОСИПОВ М. М., БОЧКАРЕВ Ю. С.

Северо-Восточный федеральный университет им. М. К. Аммосова

Организация подземных горных работ осложнена отсутствием прямой связи горных выработок с дневной поверхностью, т. е. ведение горных работ осуществляется в стеснённых и ограниченных условиях, что накладывает свой отпечаток на все процессы, протекающие при производстве горных работ.

Обеспечение безопасности при ведении горных работ подземным способом является главной задачей. До сих пор до конца не решенной остаётся проблема технологии определения местоположения рабочего персонала в горных выработках, обеспечение радиосвязи для оперативного управления рабочими. Кроме того, необходимо, чтобы весь процесс происходил в реальном режиме времени.

Определение местоположения необходимо также для ускорения и оперативного поиска рабочих, застигнутых аварией. Также такие системы можно комплектовать измерительными приборами, например переносными газоанализаторами, носимыми рабочими, в таком случае можно будет обнаруживать своевременно очаги скопления углекислого газа и метана. Кроме того, можно будет всю информацию накапливать в диспетчерской на сервере для анализа в случае возникновения аварийных ситуаций. Таким образом, можно будет выявить причину аварии.

В настоящее время определение состава и его численности, находящегося в горных выработках, осуществляется в основном путем контроля доступа и вывешиванием номерных бирок в ламповой. В качестве систем аварийного оповещения применяются: световая сигнализация (мигание общешахтного освещения), телефонная связь в качестве канала информации об аварии, системы, использующие односторонний канал радиосвязи (комплекс аварийного оповещения типа «СУБР»).

В недостаточной степени решены вопросы определения местоположения рабочих в выработках, и кроме того, подземных машин. Примерами решений могут послужить системы «Радиус-2», «Умная шахта» – ГОРНАСС, которые решают такие задачи. Несомненным преимуществом этих комплексов является полнота и обширность получаемой и собираемой информации, которая накапливается в базе данных.

Так, например, в комплексе ГОРНАСС [1] имеются переносные газоанализаторы, которые встраиваются в устройство оповещения, головной светильник индивидуального освещения, что позволяет проводить непрерывный анализ шахтного воздуха в тех местах, в которых отсутствуют стационарные датчики. Кроме того, возможно контролировать состояние оборудования – включено и введено ли оно в работу, в некоторой степени контролировать состояние электрической проводки.

В подсистеме «РадиусСкан» комплекса «Радиус-2» [2] применяются пассивные RFID-метки с индивидуальным номером, которые позволяют контролировать направление движения подземных машин и рабочих в пределах участков, на которых расположены считыватели.

Но у них существуют и недостатки, которые существенно влияют на процесс внедрения. Основным недостатком является необходимость прокладки дополнительной проводки, в том числе оптоволоконных линий, стоимость которых высока, а также существует проблема прокладки в уже имеющихся выработках и вдобавок к этому необходимо осуществлять монтажные и пусконаладочные работы, что может отрицательно повлиять в некоторых случаях на быстроту ввода в эксплуатацию выработок, очистных забоев.

На наш взгляд, можно упростить схему путём встраивания в стационарные светильники устройств для передачи данных по питающему кабелю светильника по технологии PLC (*PowerLine Communication*) или DPL (*Digital PowerLine*), которые нашли применение для

организации локальных сетей, как это было осуществлено на телефонной линии по технологии ADSL (*Asymmetric Digital Subscriber Line*).

Для решения такой задачи можно использовать адаптеры Wi-Fi, изготовленные по стандарту *HomePlug AV* [3] и устанавливаемые на расстоянии до 300 м друг от друга, которые обеспечивают связь по электрическому кабелю, от которого ещё и питаются.

На рисунке 1 приведена схема предлагаемого комплекса. На поверхности оборудуется диспетчерская с сервером (3) для сбора данных и обеспечения связи с точками доступа (5), установленными в подземных горных выработках, а к точкам доступа Wi-Fi подсоединяются переносные устройства (1) – измерительные (газоанализаторы), связи (телефоны с двухсторонним каналом или видеосвязью), выдаваемые в ламповой рабочим перед спуском под землю.

Также можно будет определять местоположение объектов, подключённых к точкам доступа, как это осуществлено в мобильных сетях и некоторых зданиях, в которых позиционирование происходит по каналу Wi-Fi.

В местах с подключением через трансформатор для правильной работы локальной сети необходимо устанавливать перед трансформатором и после него модули Wi-Fi, переведённые в режим «репитера».

Отличительной особенностью такого комплекса будет являться отсутствие необходимости в монтаже дополнительного оборудования, так как модули встроены в светильник, соответственно установка нового светильника произойдет одновременно с Wi-Fi-модулем, который остаётся только подключить к локальной сети.

Сеть, организованная таким способом, обеспечит меньшие временные затраты на монтаж и подключение, обеспечит двусторонней связью рабочих, позволит осуществлять определение местоположения передвижных объектов в выработках, передавать данные с переносных измерительных приборов в режиме реального времени.

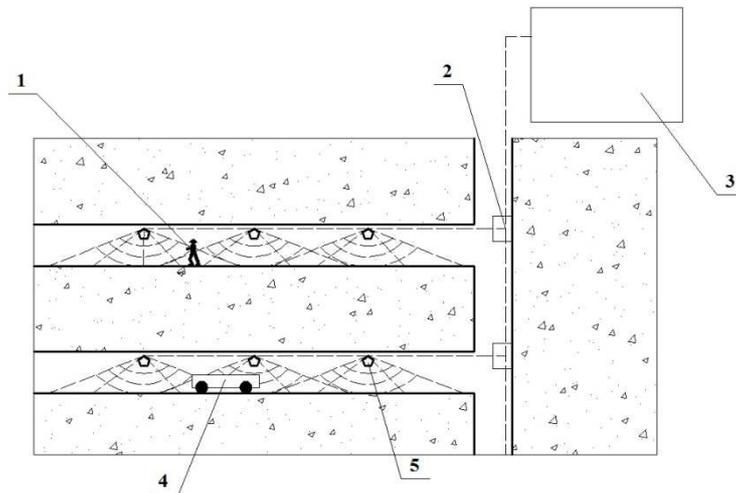


Рисунок 1 – Примерная схема комплекса:

- 1 – рабочий со средством связи; 2 – распределительная коробка; 3 – диспетчерская; 4 – подземная машина; 5 – фонарь общего освещения со встроенным модулем Wi-Fi

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Комплекс «УМНАЯ ШАХТА» – ГОРНАСС. URL: <http://www.granch.ru>
2. Подсистема «РадиуСкан» системы «Радиус-2» – определение местонахождения персонала в шахте. URL: <http://9000innovations.ru>
3. Передача данных по электропроводке: оборудование стандарта HomePlug AV. URL: <http://compress.ru>

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СРЕДСТВ КОЛЛЕКТИВНОЙ ЗАЩИТЫ ГОРНОРАБОЧИХ

ПЕТРАЧКОВА Н. М., ГАЛКИН А. Ф.

Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

Опасность подземных работ в горнодобывающей промышленности общеизвестна. Статистика несчастных случаев в промышленности показывает, что для горнорабочего риск погибнуть, по крайней мере, в 4 раза выше риска рабочих других профессий. Подземные горные работы опасны ещё и в том отношении, что при них возможны массовые, катастрофического характера несчастные случаи такого масштаба, как ни в какой иной отрасли промышленного труда.

С катастрофами массового характера ведут борьбу по двум направлениям: мерами предупреждения и организованными горноспасательными работами.

Камеры-убежища (КУ) предназначены для защиты горнорабочих от воздействия вредных газов и соответственно от недостатка кислорода в случае возникновения каких-либо аварий под землёй, таких как пожар, внезапный выброс породы.

Обычно в подземных условиях применяют два типа специальных КУ:

- 1) передвижные;
- 2) стационарные, которые различаются по конструкции и принципу защитного действия.

Передвижные КУ контейнерного типа (ПКУ) в основном производятся за рубежом и устанавливаются в горных выработках. Они, как правило, могут быть демонтированы и установлены на новом месте. При этом они транспортабельны, имеется возможность постоянно перемещать их вслед за горными работами [1]. На основании исследований, изложенных в работе [2], ниже приведены история создания и характеристики КУ основных фирм-производителей.

В 1985 году немецкая компания *Drager Safety* разработала передвижную КУ контейнерного типа. В экстремальных условиях внутрь камеры подаётся воздух для дыхания и генерируется избыточное давление. КУ, в зависимости от условий применения, оборудуется сидениями для горнорабочих. Доступен широкий диапазон дополнительных возможностей ПКУ, включая поглощение CO₂, CO и кондиционирование шахтного воздуха. Размеры ПКУ рассчитываются на максимально возможное количество работающих в забое людей (на одного человека в сидячем положении – 0,5 м³, в лежачем – 1,3 м³). Продолжительность пребывания людей в ПКУ – от 8 до 96 часов (4 суток). Перемещение ПКУ по горным выработкам шахты осуществляется при помощи колесных пар, салазок и других приспособлений.

В настоящее время одним из мировых лидеров по производству и поставке передвижных и стационарных КУ контейнерного типа для угольных шахт является Западно-австралийская фирма *MineARC Systems*, основанная в 1999 г. Компания производит и поставляет КУ на шахты более чем в 25 стран мира. Все КУ компании соответствуют самым высоким международным стандартам [3].

Передвижная КУ фирмы *MineARC Systems* выполнена из стально-листовой конструкции толщиной 5 мм, имеет 3 источника воздушного и кислородного обеспечения, систему очистки воздуха от CO₂ и CO, воздушное кондиционирование и влагопоглощение, жидкостные баллоны с минимальным 36-часовым жизнеобеспечением, обзорное окно, тыловой аварийный люк, жаростойкую конструкцию, эргономично спроектированное рассаживание людей, газовый контроль, поднимающие буксировочные крепления, несскользящий настил, туалет, внутренние и наружные огнетушители. Передвижение их по горным выработкам осуществляется на салазках.

Надувная КУ *The Portable Fresh Air Bay*, которая очень быстро разворачивается и обеспечивает свежий воздух для дыхания укрывающимся под землей горнякам до 96 ч. Высокое давление сжатого воздуха надувает и заполняет бокс свежим воздухом. Кислородные баллоны и скруббер сохраняют свежий, пригодный для дыхания воздух внутри камеры. КУ изготовлена из прочной двухслойной специальной ткани. Стальной контейнер является

взрывоупорным и пожаростойким и используется для размещения и защиты всей системы. Стандартные размеры камеры: 1–16 чел.; 17–26 чел.; 27–36 чел. Для большей мобильности КУ может быть сконструирована на базе салазок или колесных пар.

Стационарные КУ (СКУ) подразделяются на КУ контейнерного типа, устанавливаемые в горных выработках (комбинированная система), и КУ, оборудуемые в горных выработках.

СКУ могут быть установлены или оборудованы в выработках шахты, например, в тупиковых выработках или местах уширения штреков. Их размещение предпочтительнее в выработках с длительным сроком службы.

Американская компания *Strata Products Worldwide, LLC* выпускает взрывоустойчивые блоки для сооружения стационарных КУ *Strata 15 PSI Block Stopping*, которые состоят из герметично-прилегающих металлических дверей и высокопрочных бетонных блоков с распылением. Блоки монтируются и образуют так называемую *Strata Safe Room*, являющуюся стационарной КУ комбинированного типа. Эти конструкции имеют все свойства передвижных КУ, которые служат для укрытия от агрессивной среды при аварии и спасения людей горноспасателями [4].

Применение СКУ в шахтах является способом укрытия горнорабочих в длинных выработках без запасных выходов и может служить разным целям.

Технические функции и особенности:

– взрывоустойчивая дверь обеспечивает доступ в стационарную КУ;

– пригодный для дыхания воздух в основной камере может быть достигнут тремя способами:

1) через скважины с поверхности;

2) через общешахтную систему сжатого воздуха, которая при этом фильтруется;

3) через баллоны со сжатым воздухом и медицинским кислородом, подсоединённые к электрическому или пассивному газоочистителю CO_2 , которые в свою очередь бывают активными и пассивными занавесами. Эти системы используют известь, гашённую раствором едкого натрия.

Количество размещающихся в КУ людей может быть от 6 до 170 чел., продолжительность пребывания – от 4 ч. до 14 сут. Основным элементом СКУ является *система жизнеобеспечения (СЖО)*. Система предназначена для обеспечения пригодным для дыхания воздухом горняков и горноспасателей, которые находятся в случае аварии в СКУ, а также для охлаждения (при необходимости) воздуха, который поступает в КУ, и создания избыточного давления внутри КУ. СЖО эксплуатируется при температуре окружающей среды от 5 до 60 °С, относительной влажности до 100 % и при температуре 25 °С. Срок службы СЖО – 5 лет.

Выводы. Достоинства СКУ *Strata Safe Room* комбинированного типа перед ПКУ: 1) возможность размещения большого числа людей; 2) дешевизна при строительстве и оснащении; 3) готовность к немедленному применению (использованию); 4) наибольшая практичность при оснащении скважин пробуренных с поверхности; 5) возможность подключения к общешахтной сети; 6) дополнительное оснащение резервными системами охлаждения.

Для применения тех или иных видов коллективной защиты необходимо провести экономический анализ целесообразности их применения с учетом мощности рудника или шахты, количества подземного персонала и темпов развития горных работ.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Сравнительный анализ оптимизации спасательных камер. URL: <http://cyberleninka.ru>
2. Средства самоспасения горняков при авариях в шахтах. URL: <http://userdocs.ru>
3. Защитные аварийные убежища для подземных горных работ MineARC Systems. URL: <http://ru.minearc.com.au>
4. Камеры-убежища // Сайт горноспасателей. URL: <http://www.gornospass.ru>

ОРГАНИЗАЦИЯ КОНТРОЛЯ НАД ВНЕДРЕНИЕМ ПРОТИВОПОЖАРНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ В ПРОЦЕССЕ СТРОИТЕЛЬСТВА

САМУСЕНКО Ю. С., АНОХИН П. М.

Уральский государственный горный университет

Проблема обеспечения пожарной безопасности в строительстве жилых зданий всегда являлась актуальной.

В нашей стране за один год происходит в среднем более 250 тыс. пожаров, уничтожается ценностей почти на 44 млрд руб., погибает свыше 18 тыс. человек и ещё большее количество людей получают травмы. Материальные и людские потери происходят из-за обрушения строительных конструкций, выделения тепла и газов при горении строительных материалов.

Для обеспечения пожарной безопасности в строительстве необходимо осуществлять специальные профилактические мероприятия, которые позволяют снизить вероятность возникновения пожаров. В процессе строительства противопожарные мероприятия должны быть предусмотрены проектом, разработаны в соответствии с действующими нормативными документами по пожарной безопасности и утверждены в установленном порядке с учётом особенностей функционального назначения, а также технического оснащения пожарных подразделений и их расположения. Комплексность таких мероприятий – это гарантия обеспечения безопасной эксплуатации объектов.

В состав работ подготовительного периода проект строительства должен включать: снос не используемых в процессе строительства и не имеющих требуемых противопожарных разрывов строений; обеспечение строительных площадок временными или постоянными источниками противопожарного водоснабжения, подъездными дорогами и проездами, освещением, средствами телефонной связи и сигнализации и т. д.

В процессе строительства объекта стадия проектирования является важнейшим этапом, на котором закладываются основные мероприятия, которые в дальнейшем обеспечивают безопасную эксплуатацию здания.

К этим мероприятиям относятся: конструктивные и объёмно-планировочные решения, препятствующие распространению опасных факторов пожара по помещениям, зданиям и между ними; ограничение пожарной опасности строительных материалов, используемых в поверхностных слоях конструкций здания, в том числе кровель, отделок и облицовок фасадов, помещений и путей эвакуации; снижение технологической взрывопожарной и пожарной опасности помещений и зданий; повышение устойчивости объекта в целом; наличие автоматических средств пожаротушения и обнаружения пожара; эвакуацию людей; ликвидацию в минимально возможное время очагов возгорания и снижение материальных потерь.

В строительных организациях и на крупных стройках создаётся пожарно-техническая комиссия. Основными задачами такой комиссии являются:

- 1) выявление нарушений и недочётов в процессе строительства, которые могут привести к возникновению пожара, взрыва или аварии, и разработка мероприятий, направленных на устранение этих нарушений и недочётов;
- 2) своевременное выполнение противопожарных мероприятий, предусмотренных проектом;
- 3) разработка и представление темы по противопожарным вопросам и способствование внедрению в жизнь мероприятий, направленных на обеспечение пожарной безопасности объектов.

Контроль за обеспечением безопасности людей на случай пожара осуществляется на стадиях проектирования, строительства и эксплуатации зданий и сооружений.

С 1 января 2007 г. осуществление проверок соответствия выполненных работ при строительстве, реконструкции, капитальном ремонте объектов, требований пожарной безопасности входит в предмет деятельности органов государственного строительного надзора.

Цели и задачи пожарного отдела в Управлении государственного строительного надзора: 1) контроль за соблюдением на поднадзорных объектах требований технических регламентов и проектной документации в области пожарной безопасности; 2) контроль за противопожарным режимом в период проведения строительно-монтажных работ.

Повседневный контроль за выполнением противопожарных мероприятий, предложенных комиссией, возлагается непосредственно на начальника пожарной охраны (добровольной пожарной дружины) строящегося объекта или лицо, его заменяющее. А также проверки показали, что лучше дела обстоят в тех проектных организациях, в которых задействованы специалисты, отвечающие за пожарную безопасность.

Законченные строительством объекты могут быть приняты и введены в эксплуатацию только при обеспечении необходимых условий охраны труда в соответствии с требованиями техники безопасности и производственной санитарии, требований пожарной и радиационной безопасности и выполнении мероприятий по защите окружающей среды.

Приёмка законченного строительством объекта в эксплуатацию производится путём его предъявления приёмочной комиссии и принятия последней решения о соответствии этого объекта требованиям проектной документации и возможности его эксплуатации, составления акта приёмки и утверждения его органом, назначившим комиссию.

Ответственность за надлежащее содержание объекта, его безопасность для населения, соблюдение предусмотренных противопожарных, санитарных, экологических норм и правил в процессе эксплуатации в соответствии с действующим законодательством несёт его владелец.

ОБОСНОВАНИЕ ПО РАЗМОРАЖИВАНИЮ ПОЖАРНЫХ ГИДРАНТОВ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИМ СПОСОБОМ

СВЯТНАЯ А. А., МАМЕДОВ А.Ш.

Уральский государственный горный университет

Гидродинамический способ размораживания пожарных гидрантов представляет собой преобразование кинетической энергии в тепловую за счет вращающегося центробежного колеса насоса в замкнутом объеме жидкости с последующим вводом горячей струи жидкости внутрь замерзшего гидранта.

Данный способ позволяет отогревать гидранты в течение трёх-пяти минут и применяется исключительно при тушении пожаров и проведении тактических учений.

Известно, что в случае неплотной посадки запорного клапана противопожарного гидранта, засорения сливного отверстия, а также из-за некачественного утепления колодца гидранта вода из трубопровода проникает в корпус гидранта и замерзает. Таким образом, корпус гидранта (частично или полностью) заполняется льдом и тем самым выводит гидрант из рабочего (боеспособного) состояния.

В городской черте гидранты друг от друга располагаются на расстоянии 200–250 м, и от своевременной подачи первого ствола в очаг пожара зависит успех его ликвидации.

В настоящее время существует несколько способов размораживания пожарных гидрантов: отогрев стояка гидранта горячей водой и водяным паром; отогрев пламенем паяльной лампы или газовой горелки; отогрев токами высокой частоты или током от электросварочного трансформатора и т. д.

Перечисленные способы размораживания гидрантов не всегда применимы, так как в подавляющем большинстве случаев в районе расположения гидрантов невозможно найти водяной пар или горячую воду. Работать в колодцах с открытым огнем запрещается, если не произведен анализ газовой среды колодца на взрываемость (воспламеняемость). При работе с паяльной лампой очень много времени затрачивается на её розжиг и, кроме того, работать с паяльной лампой в колодце необходимо в изолирующем противогазе во избежание отравления работающего угарным газом.

При работе с газовой горелкой, как правило, на гидрант надевается специальный металлический кожух, через который пропускается горячий газ от горелки для разогрева стенок гидранта. При транспортировке все эти приспособления для размораживания гидрантов (газовые баллоны, горелки, шланги, металлический кожух) должны вывозиться в отсеках пожарных автомобилей, тем самым сокращая полезную площадь для вывоза пожарного оборудования.

Для обогрева гидрантов токами высокой частоты или токами от электросварочного трансформатора необходимо создание специализированной организации.

Все вышеперечисленные способы отогрева гидрантов не всегда практичны, так как процесс размораживания длится от 30 мин до нескольких часов, что недопустимо во время тушения пожара.

На пожарно-технической станции были проведены эксперименты по использованию гидродинамических свойств автонасосов пожарных автоцистерн для разогрева воды в объеме насоса до температуры 60–70 °С с последующим вводом в замерзший гидрант, посредством вод подающего зонда. Для этого необходимо полость автонасоса заполнить водой и привести в движение центробежное колесо насоса, тогда по закону Джоуля вся совершенная работа будет потрачена на нагревание жидкости. Для нагревания 1 гр. воды на 1 °С необходимо затратить работу в 4,2 Дж или 0,427 кГм. Так как в полость насоса вмещается 15 л воды, то для её нагрева до 70 °С необходимо затратить работу:

$$Q = CM(t_2 - t_1),$$

где Q – необходимое количество теплоты; C – удельная теплоемкость, равная 1 кал/г-град; M –

масса воды, равная 15 000 гр.; t_1 – температура воды в насосе, равная, например, + 10 °С; t_2 – необходимая температура воды, равная 70° С.

Тогда

$$Q = 1 \cdot 15000 (70 - 10) = 900 \text{ ккал.}$$

При мощности мотора автомашины, равной 70 л. с. и КПД = 0,7, на центробежном колесе насоса будет соответственно преобразовываться энергия, равная 70 л. с. = 51,5 кВт · 0,7 = 36 кВт, что соответствует 8,7 ккал/с; тогда для нагрева 15 л воды в насосе до 70 °С потребуется время:

$$T = Q / N = 900 \text{ ккал} / 8,6 \text{ ккал/с} = 105 \text{ с.}$$

Как показали эксперименты, при температуре воздуха –17 °С и температуре воды в цистерне + 18 °С вода в насосе за первую минуту работы нагревается до 45 °С, за вторую до 68 и за третью до +75°С при 2600–2700 об/мин колеса насоса.

Гидродинамический способ размораживания пожарных гидрантов в отличие от существующих способов не требует громоздких вспомогательных устройств и квалифицированного персонала для их обслуживания. Практически он может быть применен в любой пожарной части, где на вооружении имеются автоцистерны.

О СВОЙСТВАХ ВЫСОКОКРАТНОЙ ПЕНЫ

СКРЫПИН А., МАМЕДОВ А. Ш.

Уральский государственный горный университет

Способ получения воздушно-механической пены высокой кратности, известный в настоящее время, заключается в следующем: пенообразующая жидкость, представляющая собой раствор пенообразователя в воде, подаётся на сетки в мелко распылённом виде. Одновременно с этим в значительных объемах поступает и воздух. Образование пены происходит путем выдувания на ячейках сетки пенных пузырьков из жидкости, покрывающей тонкой плёнкой поверхность сетки.

Высокократная пена, так же как обычная воздушно-механическая и химическая, по своей структуре представляет более или менее устойчивую дисперсную систему с высокоразвитой поверхностью раздела между жидкостью, воздухом и газом.

Под *стойкостью* пены подразумевается её способность сохраняться в течение определенного времени. Кратность воздушно-механической пены определяется количеством воздуха, находящегося в её составе, и может быть выражена как отношение объема пены к объему пенообразующей жидкости. В обычной воздушно-механической пене составляющие её компоненты находятся примерно в таком процентном соотношении по объему: воздух – 90 %, вода – 9,6 %, пенообразователь – 0,4 %, т. е. кратность равняется 10. Объем же высокократной пены превышает объем раствора, входящего в её состав, в сотни раз.

Многочисленные эксперименты показывают, что высокократная пена хорошо проникает в помещения, свободно преодолевает повороты, подъемы. Под давлением вышележащих слоев она растекается, скорость растекания зависит от высоты слоя пены. Под напором она продвигается по туннелям, галереям и другим подобным сооружениям.

Проведенные опыты показывают, что в типовом кабельном туннеле поперечным сечением $2 \times 1,8$ м и протяженностью 50 м пена от водоструйного пеногенератора оптимальной производительностью $75 \text{ м}^3/\text{мин}$ (кратность пены 250) при давлении перед спрыском до 8 атм проходит по всей его длине за 13 мин, а от электродымососа с пенопроизводящим раструбом (кратность пены 350) – за 5 мин 30 сек.

В туннель с таким же поперечным сечением, длиной 90 м подавалась высокократная пена от водоструйного парогенератора оптимальной производительностью $400 \text{ м}^3/\text{мин}$. В этом случае расстояние в 50 м было пройдено пеной за 2 мин 30 сек, а 90 м – за 14 мин 15 сек. При использовании этого же парогенератора с одновременным подсоединением электровентилятора, подающего 83 м^3 воздуха в 1 мин (комбинированная пеноустановка), скорость продвижения пены увеличилась более чем в 1,5 раза.

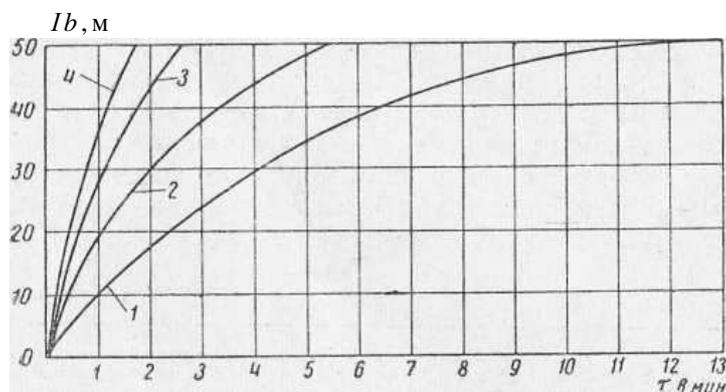


Рисунок 1 – Продвижение пены в туннеле:

- 1 – водоструйный пеногенератор производительностью $75 \text{ м}^3/\text{мин}$;
- 2 – вентиляционный пеногенератор производительностью $65 \text{ м}^3/\text{мин}$;
- 3 – водоструйный пеногенератор производительностью $400 \text{ м}^3/\text{мин}$;
- 4 – комбинированный пеногенератор производительностью $400 \text{ м}^3/\text{мин}$

Из приведенных данных можно сделать вывод, что скорость продвижения пены в туннелях находится в прямой зависимости от производительности пеноустановок и создаваемого ими напора. Продвижение пены в кабельном туннеле в зависимости от протяженности времени, производительности пеногенераторов и их конструкции показано на рисунке 1.

Высокократная пена способна проникать через небольшие отверстия и узкие щели (2 мм и менее). От величины проемов и сечения щелей зависит лишь скорость продвижения пены и степень заполнения помещений.

Интенсивное разрушение высокократной пены наблюдается при тушении пожаров нефтепродуктов. Проведенными опытами установлено, что при тушении в резервуаре горячей смеси керосина и дизельного топлива пеной кратностью 250–300 накопление пены на поверхности жидкости произошло через 1 мин 40 сек при интенсивности подачи раствора 0,054 л/сек на 1 м² зеркала жидкости, а при тушении горящего бензина А-66 только через 4 мин 35 сек при увеличенной в 3 раза интенсивности подачи раствора.

По мере заполнения помещения пеной температура в нем начинает быстро снижаться за счет вытеснения горячих газов, прекращения горения и частичного охлаждения конструкций. Опыты показывают, что температура в горящем помещении сразу после подачи пены может снизиться с 1000 градусов и более до 65–50° С.

БЫСТРОДЕЙСТВУЮЩАЯ СИСТЕМА ПОДАВЛЕНИЯ ВСПЫШЕК В КОНВЕРТОРАХ МЕТАНА

СВЯТНАЯ А. А, МАМЕДОВ А.Ш.

Уральский государственный горный университет

Нарушение технологического режима процесса подавления вспышек часто приводит к возникновению пламени над слоем катализатора, которое перемещается из конвертора по смесительному каналу в сторону кислородного смесителя и образует при этом устойчивый высокотемпературный (до 2000 С°) факел. При достижении пламени температурных компенсаторов, не защищенных огнеупорной футеровкой, стенки в течение нескольких секунд плавятся, и газ горящим факелом вырывается в цех. Помимо этого, в момент загорания происходит разрушение гранул катализатора и футеровки конвертора, образуется свободный углерод, который заполняет поры катализатора и снижает его активную поверхность.

Загорание паро-газокислородной смеси (ПГКС) над катализатором и порыв пламени в смесительный канал приводят к необходимости остановки агрегата, его ремонту, а в случае несвоевременной аварийной остановки – к возникновению пожара и взрыва.

При нормальном технологическом режиме скорость равномерно перемешанного потока ПГКС в смесительном канале конвертора метана должна быть больше скорости распространения пламени данной смеси при данных условиях. Но при эксплуатации агрегатов по тем или иным причинам происходит нарушение технологического режима, приводящее к тому, что скорость распространения пламени превышает скорость потока ПГКС в смесительном канале и, как следствие, – к загоранию ПГКС с проникновением пламени через смесительный канал в смеситель.

Предусмотреть заранее момент загорания смеси нельзя, в связи со значительным разнообразием причин их возникновения.

Для предотвращения опасных последствий вспышки в конверторе необходимо ликвидировать уже возникшее загорание в самые кратчайшие сроки после его возникновения. Существовавшие способы предупреждения загораний не обеспечивали надежной защиты вследствие их повышенных инерционности или недостаточной эффективности.

Необходимое количество воды для прекращения процесса горения берётся из расчета охлаждения продуктов сгорания и горючей смеси в зоне реакции до исходной температуры газовой смеси. Для упрощения расчет производится по наиболее теплоёмкому газу – углекислоте. Снижение температуры газовой смеси за счет охлаждения водой должно произойти не менее чем на 400 °С.

Попадание капель воды на катализатор является весьма нежелательным явлением, так как это приводит к снижению его активности.

Поскольку на тонкость и однородность распыливания в значительной степени влияет фактор противодавления, который в данном случае также имеет место, с достаточным основанием можно утверждать, что попадание влаги на катализатор будет предупреждаться при размере капель до 100 мк.

При экспериментальном определении среднего диаметра капель воды на выходе из эжектора был применен метод улавливания. На закопчённую тонким равномерным слоем стеклянную пластину улавливались капельки воды на определенном расстоянии при выходе из эжектора. Путём точного взвешивания пластины (до опыта и после него) определялся вес порции воды, попавшей на пластину. С помощью микроскопа подсчитывалось количество капель воды на пластине. Зная число капель и их суммарный вес, мы подсчитывали средний диаметр капель.

$$d_{\text{ср}} = 10^4 \sqrt{\frac{6m_{\text{ср}}}{\pi\rho}},$$

где $m_{\text{ср}}$ – средний вес капли воды, г; ρ – плотность воды, г/см³.

На основе проведенного анализа литературных источников установлено, что средний диаметр капель воды, подаваемой эжектором в конвертор, составляет 84 мк.

Таким образом, надежность предлагаемой системы защиты подтверждена теоретическим и экспериментальным путем. Опытная эксплуатация данной системы защиты показала её надежность и экономическую эффективность.

СПЕЦИФИКА РАБОТЫ ПОЖАРНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ В УСЛОВИЯХ ВЫСОКОГОРЬЯ

СКРЫПИН А., МАМЕДОВ А.Ш.

Уральский государственный горный университет

В условиях высокогорья использование пожарных автомобилей характеризуется резким ухудшением их тактико-технических показателей. Это связано, в основном, с климатическими особенностями, с изменением высоты над уровнем моря и специфики планов и профилей дорог. Всё это оказывает существенное влияние на такие эксплуатационные показатели, как производительность пожарного насоса, тяговая динамика автомобиля, его топливную экономичность и безопасность движения.

Уменьшение мощности двигателя автомобиля с увеличением высоты над уровнем моря связано с уменьшением плотности массы смеси, поступающей в цилиндры. Экспериментально и расчетами установлено, что при эксплуатации автомобиля в высокогорье при повышении над уровнем моря на каждые 1000 м эффективная мощность двигателя внутреннего сгорания снижается на 12–14 %, при этом удельный расход топлива увеличивается на 10–11 %, а тяговое усилие автомобиля уменьшается в среднем на 15–16 %. Учитывая то обстоятельство, что двигатель пожарного автомобиля при следовании к месту вызова приблизительно 30 % времени следования находится в процессе прогрева, то и развивает соответственно 50–80 % максимальной мощности. Этот фактор при расчете учитывает коэффициент C_2 , равный в расчетах 0,8.

Как видно, разница продолжительностей следования к месту вызова Δt , связанная лишь с работой пожарных автомобилей на определенных высотах над уровнем моря, зависит от радиуса выезда автомобиля R , км, высоты расположения района обслуживания H , км, коэффициента уменьшения мощности двигателя K в результате уменьшения атмосферного давления, средней скорости пожарного автомобиля V_{cp} , км/ч при нормальных условиях, когда $H = 0$.

Для того чтобы свести к минимуму убытки от пожара, связанные с уменьшением средней скорости в результате уменьшения атмосферного давления, необходимо либо увеличивать мощность двигателя, тем самым повышая среднюю скорость, либо уменьшать радиус выезда.

Естественно, уменьшение радиуса обслуживания, в отличие от случая, когда увеличивается мощность двигателя, может быть достигнуто лишь увеличением числа пожарных автомобилей.

Из приведённого анализа следует, что особенности эксплуатации пожарных автомобилей в горных условиях обусловлены уменьшением атмосферного давления с увеличением высоты над уровнем моря. Это необходимо учитывать при организации тушения пожаров в горных районах.

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ СОВРЕМЕННОЙ ПОЖАРНО-СПАСАТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

СКРЫПИН А., МАМЕДОВ А. Ш.

Уральский государственный горный университет

При оценке экономической эффективности необходимо привести в сопоставимый вид качественные показатели базового и нового вариантов пожарной техники. Для этого служит коэффициент эквивалентности, который по каждому виду пожарной техники определяется как средневзвешенный арифметический показатель, где каждая составляющая качества взвешивается по коэффициенту значимости, определенному экспертным методом. Таким образом, годовой экономический эффект определяется по формуле:

$$\Theta = \left[Z_2 \times K_3 \times \frac{P_1 + E_n}{P_2 + E_n} + \frac{(I_2 \times K_3 - I_1) - E_n(K_1 - K_2)}{P_2 + E_n} - Z_1 \right] \times A_2,$$

где Z_1, Z_2 – приведенные затраты единицы соответственно базовой и новой техники, руб.; K_3 – коэффициент эквивалентности;

$\frac{P_1 + E_n}{P_2 + E_n}$ – коэффициент учета изменения срока службы новой техники по сравнению с базовой;

P_1, P_2 – доли отчислений от балансовой стоимости на полное восстановление базовой и новой техники;

I_1, I_2 – годовые эксплуатационные издержки потребителя при использовании сравниваемых вариантов, руб.;

K_2, K_1 – сопутствующие капитальные вложения потребителя по сравниваемым вариантам, руб.;

A_2 – годовой объем внедрения, ед.

Для примера приведём расчет экономической эффективности при создании и использовании пожарной автоцистерны на шасси ЗиЛ-43780. В качестве базового варианта принята пожарная автоцистерна АЦ-3,0-40 (ЗИЛ-4334).

Технико-экономические показатели сравниваемых моделей представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Технико-экономические показатели

Наименования показателей	Единица измерения	Значения показателя	
		базовый вариант	новый вариант
Шасси	–	ЗиЛ-4334	ЗиЛ-43780
Оптовая цена техники	руб.	2480000	2590000
Емкость цистерны	л	3000	3000
Емкость пенобака	л	180	250
Мощность двигателя	л. с.	110 (150)	120 (160)
Подача огнетушащих средств	л/с	40	40
Тип пожарного насоса	–	ПН 40с системой ГВА	НПЦН 40/100 с системой АВС
Полная масса автомобиля	кг	12300	10150
Максимальная скорость	км/ч	80	85
Срок службы техники	год	10	10
Приведенные затраты	руб.	2364000	2682000
Эксплуатационные издержки потребителя	руб.	5391	5348
Габаритные размеры	мм	7550 × 2500 × 3200	7370 × 2460 × 3190
Боевой расчет	ч	6	6+1

Наименования показателей	Единица измерения	Значения показателя	
		базовый вариант	новый вариант
Комплектность	–	стандартный ПТВ	стандартный ПТВ
Ступенчатость насоса	–	1	1
Объем выпуска	Ед.	–	150

Из таблицы видно, что у новой пожарной автоцистерны больше мощность, скорость, ёмкость пенобака, на ней установлен более экономичный двигатель.

Однако этих данных недостаточно для определения экономической эффективности. Здесь необходим учёт качественных показателей в сочетании с экономическими. В нашем случае примем, что увеличение затрат, связанных с внедрением новой пожарной автоцистерны, обосновано повышением качества экономической оценки пожарно-профилактических мероприятий, под которыми понимается весь комплекс средств, направленных на предупреждение пожара или на предотвращение воздействия на людей его опасных факторов и ограничение материального ущерба. Методом экспертных оценок были определены основные показатели, влияющие на коэффициент качества пожарно-профилактических мероприятий. Эти показатели учитывают степень огнестойкости (g_{co}), площадь ($g_{пр}$) и время свободного горения ($g_{сг}$), расход огнетушащего средства ($g_{рос}$) и т.д.

АВАРИЙНЫЕ СИТУАЦИИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ НА ПРИМЕРЕ ОАО «САХАТРАНСНЕФТЕГАЗ»

СТЕПАНОВА А. Н., ЧЕМЕЗОВ Е. Н.

Северо-Восточный федеральный университет им. М. К. Аммосова

Линейно-производственное управление магистральных газопроводов (МГ) ОАО «Сахатранснефтегаз» осуществляет эксплуатацию газопровода «Средневилюйское газоконденсатное месторождение (СВГКМ) – Мастах – Берге – Якутск» двухниточного исполнения общей суммарной протяженностью 2174 км, с 1970 г. Производительность газопровода на период 2010 г. составила более 1,5 млрд м³/год.

Особенностью данной газотранспортной системы является экстремальные условия эксплуатации. Резко континентальный климат отличается продолжительным зимним (от 6,5 до 9 мес.) периодом, средняя температура холодного периода времени года лежит в пределах от –35 до –50 °С.

Все эти условия, безусловно, накладывают свою специфику в период строительства трубопроводной системы и обуславливают достаточно жёсткий подход при выборе технологических режимов работы газопровода, основного и вспомогательного оборудования. Обеспечение безопасности данной системы газопровода имеет огромное значение для энергетической безопасности всей Республики Саха (Якутия).

Анализ данных об эксплуатации газопровода «СВГКМ – Мастах – Берге – Якутск» за последние 10 лет указывает на возникновение различных аварийных ситуаций. Поэтому задача данного исследования – классификация факторов аварий и повреждений газопроводов с определением основной доли наиболее значимых.

Для достижения данной цели необходимо провести:

- классификацию причин аварийных ситуаций;
- определение основной доли наиболее значимых факторов за каждый отдельный год эксплуатации;
- сравнение полученных результатов с целью определения фактора с максимальной долей причин, приводящих к возникновению аварийных ситуаций.

Проведенный специалистами ОАО «Сахатранснефтегаз» литературный обзор по анализу причинности аварийных ситуаций в системе магистральных трубопроводов позволил выявить 5 основных групп факторов, по которым исследователи классифицировали причины аварий и инцидентов¹.

Первая группа основных причин связана с нарушением технологических регламентов при проведении работ в период строительства и ремонта объектов газопроводов. Ко второй группе относятся коррозионные и стресс-коррозионные дефекты. К третьей группе факторов относятся дефекты оборудования и материала, связанные с заводским браком и нарушением режимов эксплуатации. Четвёртая группа связана с нарушением требований эксплуатации и ошибочных действий обслуживающего персонала, обусловленных недостаточной его подготовкой или недобросовестным отношением к ряду выполняемых работ. К пятой группе аварийных ситуаций относятся аварии и инциденты, возникшие в результате природных стихийных бедствий.

Проведённые ОАО «Сахатранснефтегаз» исследования анализа аварийных ситуаций на МГ, проложенном и эксплуатирующемся в условиях вечной мерзлоты, позволили выявить следующее:

- аварийные ситуации происходят в основном из-за несоблюдения требований проектных решений при строительстве и ремонте трубопроводов (например, несоблюдения технологии сварки);
- уровень пооперационного контроля качества со стороны лиц, ответственных за данный вид работ (например, технический надзор за строительством), является недостаточным;
- минимальный процент аварийных ситуаций связан с нарушением эксплуатационных требований и ошибками обслуживающего персонала, что указывает на хорошую подготовку обслуживающего персонала и чёткую организацию производства эксплуатации и ремонта данных систем.

¹ Чухарева Н. В., Тихонова Т. В., Миронова С. А. Анализ причин аварийных ситуаций при эксплуатации магистральных трубопроводов в условиях Крайнего Севера в период с 2000 по 2010 гг. // Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело». 2011. № 3.

Данный анализ позволит предприятиям, эксплуатирующим трубопроводный транспорт в условиях Крайнего Севера, обратить внимание на первоочередные вопросы, связанные с причинностью возникновения аварийных ситуаций.

Для предупреждения возникновения чрезвычайных и аварийных ситуаций и снижения их последствий на магистральном газопроводе рекомендуется следующий комплекс мероприятий:

1. Качественная приемка построенных объектов.
2. Своевременное проведение профилактических и плановых работ по выявлению дефектов различных видов оборудования, их ремонт или замену.
3. Контроль за выполнением правил технической эксплуатации, комплекс мероприятий по повышению технологической дисциплины и увеличению ресурса работы оборудования, качественным и своевременным выполнением аварийно-ремонтных и восстановительных работ.
4. Соблюдение требований техники безопасности и охраны труда.
5. Проведение регулярного обучения, тестирования и тренировок персонала по специальной программе обучения действиям по локализации и ликвидации аварий, а также способам защиты от поражающих факторов в чрезвычайных ситуациях.
6. Обеспечение надлежащего хранения и ведения проектно-сметной и эксплуатационной документации.
7. Подбор и использование новых технологий и материалов для обеспечения надёжной эксплуатации и бесперебойной перекачки углеводородного сырья.

Соблюдение и выполнение всех этих пунктов позволит сэкономить капитальные затраты на локализацию, ликвидацию и ремонт аварий, которые могут произойти на магистральном газопроводе.

ОТРИЦАТЕЛЬНОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ВОЗДУХОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ В ШАХТАХ ПОСРЕДСТВОМ АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ ДИАФРАГМ

ТЕРЕНТЬЕВ Г. В.

Уральский государственный горный университет

В практике проветривания шахт широко применяются средства отрицательного регулирования распределения воздуха между горизонтами, участками, блоками, выработками. Увеличением аэродинамического сопротивления одной или группы выработок добиваются не только нужного воздухораспределения, но и повышения сопротивления всей сети или её участков. Используют для этой цели разного рода перемычки, вентиляционные окна, воздушные завесы, вентиляционные клапаны, шлюзы и т. п.

Известно, что наличие крепи в выработках увеличивает аэродинамическое сопротивление движению воздуха. В зависимости от вида и профиля крепи степень изменения различна. Большим сопротивлением обладает ребристая крепь, меньшим – плитовая. Чем больше ребро крепи перекрывает сечение выработки, тем больше энергии затрачивается на преодоление его сопротивления. Такого рода крепь может рассматриваться как аэродинамическая диафрагма. Возможна установка дополнительных диафрагм у стенок выработок в любом удобном по периметру месте с соблюдением габаритов приближения к подвижному составу. Действуют они по принципу вентиляционного окна. Наличие диафрагм приводит к образованию между ними сильных завихрений и обратных потоков. Всё это, в конечном итоге, обуславливает увеличение сопротивления.

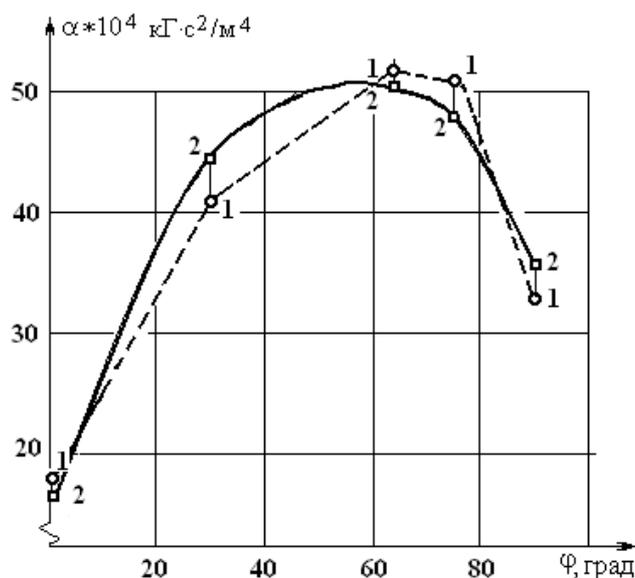
Одним из параметров, характеризующих аэродинамическое сопротивление выработок, является *коэффициент аэродинамического сопротивления* (удельное сопротивление трения), представляющий собой отношение потерь давления к квадрату скорости потока. Величина коэффициента при наличии в выработках диафрагм зависит от площади перекрываемого ими сечения, шага и угла установки.

С целью определения влияния угла установки диафрагм на коэффициент аэродинамического сопротивления трения выполнены лабораторные исследования. Лабораторная модель представляла собой аэродинамическую трубу длиной 5,2 м, в которой у стенок монтировались диафрагмы с изменяющимся углом наклона по ходу потока с постоянным расстоянием между ними 0,623 м. Скорость воздуха в аэродинамической трубе выбрана такой, что при отсутствии диафрагм (угол наклона равен нулю) коэффициент аэродинамического сопротивления трубы составлял $\alpha = 0,00176 \text{ кг} \cdot \text{с}^2/\text{м}^4$.

На рисунке приведены результаты экспериментальных значений коэффициента аэродинамического сопротивления α в зависимости от угла установки диафрагм (кривая 1) и аппроксимация экспериментальных значений квадратичной параболой вида $\alpha \cdot 10^4 = ax^2 + bx + c$ (кривая 2). В качестве аргумента x выбран сводный параметр, учитывающий как угол наклона диафрагмы, так и общие характеристики трубы

$$x = \frac{SPL}{S_{\text{св}} P_{\text{св}} L_{\text{д}}},$$

где S , $S_{\text{св}}$ – площадь сечения аэродинамической трубы и площадь сечения свободного тока воздушной струи при установленных диафрагмах, P , $P_{\text{св}}$ – периметр сечения трубы и периметр сечения свободного тока воздушной струи при установленных диафрагмах, L , $L_{\text{д}}$ – длина трубы и расстояние между диафрагмами по длине трубы, φ – угол наклона диафрагмы.



Параболическая аппроксимация экспериментальных значений коэффициента аэродинамического сопротивления тоннеля в зависимости от угла установки диафрагм:
 1 – экспериментальные значения коэффициента аэродинамического сопротивления; 2 – квадратичная аппроксимация

Оптимальные коэффициенты a , b и c , при которых экспериментальные данные наилучшим образом аппроксимируются предложенной зависимостью, определялись по методу наименьших квадратов:

$$\sum (ax_k^2 + bx_k + c - \alpha_k \cdot 10^4)^2 \rightarrow \min.$$

Необходимое решение находится из системы уравнений

$$\begin{aligned} a \sum x_k^4 + b \sum x_k^3 + c \sum x_k^2 &= 10^4 \sum \alpha_k x_k^2, & a \sum x_k^3 + b \sum x_k^2 + c \sum x_k &= 10^4 \sum \alpha_k x_k, \\ a \sum x_k^2 + b \sum x_k + cn &= 10^4 \sum \alpha_k. \end{aligned}$$

В результате зависимость коэффициента аэродинамического сопротивления α от сводного параметра x , учитывающего и угол наклона диафрагмы, и общие характеристики трубы? представлена в виде $\alpha \cdot 10^4 = -0,212x^2 + 5,539x + 16,227$.

Расчётные данные позволяют утверждать, что увеличение от нулевого значения угла наклона диафрагм ведёт к росту коэффициента аэродинамического сопротивления только до определённого предела. Максимальная величина коэффициента отмечена в интервале угла наклона диафрагм 60–80°. Дальнейшее увеличение угла наклона диафрагм до их перпендикулярного положения приводит к некоторому уменьшению коэффициента аэродинамического сопротивления.

КОМПЛЕКС МЕРОПРИЯТИЙ ПО РЕГУЛИРОВАНИЮ ВОЗДУХОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ В ТРАНСПОРТНЫХ КАРЬЕРНЫХ ТОННЕЛЯХ

ТЕТЕРЕВ Н. А., КУЗНЕЦОВА Д. А.

Уральский государственный горный университет

Современное развитие горнодобывающей промышленности характеризуется неуклонным ростом производственных мощностей горных предприятий и вовлечением в сферу открытого способа добычи всё большего числа глубокозалегающих месторождений. С увеличением глубины разработки возникает необходимость решения ряда технологических задач. В частности, острой остаётся проблема транспортирования горной массы. Наиболее перспективным является использование дешёвого электрифицированного железнодорожного транспорта с вводом его в карьеры на глубину более 300 м и увеличением объектов перевозок в 1,6–1,8 раз. На ряде предприятий предложен и реализован способ вскрытия глубоких горизонтов наклонными тупиковыми железнодорожными тоннелями. Данный вариант даёт возможность без дополнительного разноса бортов и снижения вскрыши подвести железнодорожные пути непосредственно к экскаваторным забоям, сократить внутрикарьерные автомобильные перевозки, стабилизировать работу карьера.

Однако при эксплуатации тоннелей появляется ряд нерешённых вопросов, основным из которых является организация управляемой вентиляции. Разница высотных отметок верхних и нижних порталов вызывает появление дополнительных межтоннельных естественных тяг. Под их действием наблюдается самопроизвольное опрокидывание струй, нарушаются санитарные нормативы микроклимата и состава воздуха, происходит обмерзание крепи и тоннелей в целом в зимний период и т. д. Проветривание, несмотря на работу главных вентиляторных установок в оптимальных режимах, полностью зависит от величины и направления действия естественных тяг. Большое, хотя и кратковременное, влияние на воздухораспределение в тоннелях оказывают движущиеся железнодорожные составы. При их движении возникают давления (поршневой эффект), превышающие величину естественной тяги. Это сказывается не только на вентиляции тоннелей, но и всей шахты в целом.

Решение вопросов нормализации вентиляции тоннелей должно сводиться к созданию способов и средств, позволяющих оптимизировать управление проветриванием. В первую очередь необходимо привести в соответствие аэродинамические параметры вентиляционной сети и вентилятора главного проветривания. Решающим для создания управляемой вентиляции является создание вентилятором главного проветривания на сопряжениях разветвляющихся тоннелей депрессий, превышающих величину межтоннельной тяги. Решение этой проблемы, учитывая крайне незначительные аэродинамические сопротивления тоннелей, возможно путём увеличения их сопротивления. Повышение депрессий на сопряжениях за счёт увеличения сопротивления позволит упорядочить и привести к проектным параметрам направление вентиляционных струй. Вместе с рациональными режимами работы главных вентиляторных установок они могут обеспечить устойчивую, управляемую вентиляцию.

Отечественный опыт эксплуатации наклонных железнодорожных карьерных тоннелей показал, что наиболее рациональным (наряду с оптимальным режимом работы главного вентилятора) является комплекс, включающий: порталные автоматические двери с вентиляторами противодействия; аэродинамические диафрагмы, устанавливаемые на отдельных участках тоннелей; воздушно-вихревые центробежные завесы.

Проведённые аналитические и лабораторные исследования позволили по каждому составляющему элементу комплекса определить их рациональные параметры. Натурные наблюдения в тоннелях железорудного карьера подтвердили действенность и эффективность предлагаемых мероприятий.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МИНИМАЛЬНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОСПЛАМЕНЕНИЯ АЭРОЗОЛЕЙ СУЛЬФИДОВ

ТЕТЕРЕВ Н. А.

Уральский государственный горный университет

Определение температуры воспламенения взвешенной в воздухе пыли, характеризующей взрывчатость пылевоздушной системы, осуществлялось на специальной установке по методике определения минимальной температуры воспламенения аэрозолей сульфидов. Испытания проводились с химически чистыми образцами сульфидных минералов и руд, измельченных до крупности 53 мкм.

После предварительной подготовки навеска сульфидной пыли, равная 1,2 г, распылялась воздухом в реакционной камере. Давление воздуха в системе, обеспечивающее равномерное распыление навески пыли, составляло 0,3 атм. Путём визуальных наблюдений фиксировался момент отказа или воспламенения пылевого облака.

Температура аэрозолей сульфидных минералов изменяется в широких пределах – от 380 до 820 С°.

Наиболее легко воспламеняющимися оказались аэрозоли природной серы (290 С°), аурипигмента (380 С°), антимонита (390 С°) и пирита (марказита) (400 С°). Пылевоздушные системы сфалерита, молибденита и галенита воспламенялись при весьма высоких температурах (630, 710, 820 С°).

Наряду с определением минимальной температуры воспламенения сульфидных минералов изучалась температура воспламенения их смесей T_v . Для этого пыль сульфидных минералов, входящих в смесь, измельчалась до крупности 53 мкм и тщательно перемешивалась в различных пропорциях. Согласно полученным данным установлено, что присутствие в смеси галенита, сфалерита и других минералов, обладающих высокой температурой воспламенения, способствует повышению температуры воспламенения смеси минералов в целом. И наоборот, наличие в смеси легко воспламеняющихся минералов (серы, аурипигмент и др.) приводит к снижению её общей температуры воспламенения.

В результате исследований установлено, что температура воспламенения смеси может быть определена как средневзвешенная величина температур воспламенения минералов с различным содержанием последних в смеси.

Для аэрозолей сульфидных минералов была изучена зависимость температуры воспламенения от инертной примеси. В качестве инертной добавки использовалась кварцевая пыль фракции – 53 мкм, т. к. её теплофизические свойства близки к свойствам нерудных материалов. Перед опытами инертная добавка перемешивалась в различных соотношениях с пылью сульфидных материалов. Как и следовало ожидать, температура воспламенения сульфидных минералов возрастает с увеличением инертной добавки.

Исходя из результатов экспериментов с сульфидными минералами и их смесями, можно предположить, что температура воспламенения руды также зависит от минимальной температуры воспламенения составляющих её минералов, их соотношения и наличия инертных примесей. Это положение подтверждается результатами опытов, выполненных с 58 образцами различных типов сульфидных руд.

ОЦЕНКА ВРЕДНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ФАКТОРОВ МЕТОДОМ РАНЖИРОВАНИЯ

ХОРХОРДИНА Е. М., ГАЛКИН А. Ф.

Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

Промышленность Российской Федерации, занятая в добыче и переработке полезных ископаемых, играет ведущую социально-экономическую роль. Большая часть предприятий находится в районах с суровыми климатическими условиями, характеризующимися длительным периодом времени и низкими температурами воздуха. В процессе трудовой деятельности работники подвергаются действию неблагоприятных факторов, таких как повышенный уровень шума, недостаточная освещённость, неблагоприятный микроклимат, повышенная концентрация вредных химических веществ, а также увеличенная тяжесть и напряженность труда [1, 2].

Комплексную оценку вредных и опасных факторов на здоровье работников можно провести с помощью опроса. Известно много методик проведения опроса: это анкетирование, интервьюирование, метод «Дельфы», мозговой штурм и т. д. Наиболее удобным является опрос в виде *анкетирования*. Преимущество данного вида исследования – возможность проведения опроса большой группы людей одновременно и сравнительная лёгкость статистической обработки полученных данных [3].

При оценке влияния вредных и опасных факторов на здоровье работников главным является отсеивание незначимых факторов и выявление значимых, которые оказывают наибольшее влияние и подлежат более глубокому изучению. Такое отсеивание позволяет значительно снизить объём экспериментальной работы, но для этого необходимо использовать предварительно полученную информацию: литературные данные, результаты опроса специалистов и т. п. На основе этой информации проводят априорное ранжирование факторов, которое позволяет выделить наиболее значимые факторы и отсеять факторы, которые не оказывают существенного влияния [4–6].

Метод *априорного ранжирования* используется при обработке данных, полученных в результате опроса специалистов, работающих в данной области [4]. Ранжирование состоит из нескольких этапов: сбор информации; составление списка факторов; расположение факторов по степени влияния с присвоением ранга; определение суммы рангов; нахождение разности между суммой рангов каждого фактора, средней суммой рангов и суммой квадратов отклонений; оценка степени согласованности мнений; проверка значимости коэффициента конкордации. Сбор информации включает проведение анкетирования и последующей обработки. Затем специалистам предлагается расположить факторы по степени влияния с присвоением ранга-места. Фактор, имеющий ведущую роль, получает первое место, остальные располагаются в порядке убывания степени влияния на исследуемый параметр. Результаты представляются в виде матрицы рангов.

Оценка степени согласованности мнений производится с помощью коэффициента ранговой корреляции или конкордации Кэнделла (W). Если этот коэффициент значительно отличается от нуля ($W \rightarrow 1$), то можно считать мнения экспертов согласованными (чем ближе W к единице, тем больше согласие). Мнения можно считать объективными, если $W > 0,5$. Если коэффициент заметно отличается от единицы ($W \rightarrow 0$), то мнения считаются не согласованными и проводится анализ негативного результата. Для проверки значимости коэффициента конкордации используется χ^2 – критерий Пирсона, определяемый по известной формуле [4]:

$$\chi^2 = Wm(k - 1),$$

где W – коэффициент конкордации; m – число опрошенных специалистов; k – число исследуемых факторов.

Расчетное значение χ_p^2 сравнивается с табличным значением из распределения Пирсона, найденным для принятого уровня значимости ($\alpha = 0,05$) и числа степеней свободы ($k - 1$). Гипотеза о наличии согласия мнений опрошенных специалистов принимается, если $\chi_p^2 > \chi_m^2$ и $W > 0$. Убедившись в согласованности мнений специалистов, строят диаграмму рангов, с помощью которой и оценивается значимость факторов.

Метод априорного ранжирования позволяет дать сравнительную оценку различных неблагоприятных производственных факторов, которые оказывают влияние на здоровье и работоспособность работников предприятия, и правильно отобрать факторы для последующего исследования [5, 6].

По данной методике проведено ранжирование факторов на одном из предприятий северо-западного региона страны по переработке нефти. Была разработана специальная анкета, и проведён опрос среди работников и специалистов. По результатам опроса составлены три матрицы рангов: общая оценка, оценка опроса специалистов по охране труда, оценка опроса работников.

По результатам проведённой экспертной оценки было выяснено, что коэффициент конкордации увеличивается, если проводить более детальное ранжирование, то есть отдельно оценивать ответы работников, непосредственно занятых на производственной площадке, и специалистов по охране труда, которые оценивают условия труда работников.

Установлено, что фактором, оказывающим наибольшее влияние, является «несоблюдение правил пользования СИЗ». Он стоит на первом месте оценки. За ним сразу же идут такие факторы, как «неблагоприятный микроклимат», «напряжённость и тяжесть работ». Фактор «неблагоприятный микроклимат» является вторым наиболее важным по результатам опроса работников. Снижению негативного влияния этих двух факторов на производственный процесс должно уделяться наибольшее внимание, для того чтобы сделать труд работников комфортным и безопасным.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Галкин А. Ф., Хусаинова Р. Г. Анализ жесткости климатических условий на предприятиях нефтегазового комплекса России // СЕВЕРГЕОЭКОТЕХ-2011: матер. конф. Ч. 4. Ухта–УГГУ, 2011. С. 357–359.
2. Галкин А. Ф., Хусаинова Р. Г. Экспериментальные исследования энергетических затрат работников в условиях охлаждающего микроклимата // Записки горного института. Т. 207. СПб: Горный университет. 2014. С. 103–105.
3. Надежность технических систем и техногенный риск/под ред. Фалеева. М.: Деловой экспресс, 2002. 274 с.
4. Априорное ранжирование факторов / под ред. А. В. Щекина. 2-е изд., доп. Хабаровск: Изд-во ХГТУ, 2004. 18 с.
5. Галкин А. Ф., Хусаинова Р. Г. Оценка и ранжирование неблагоприятных производственных факторов на нефтегазовом предприятии севера. М.: Фундаментальные исследования. 2012. № 6. С. 637–640.
6. Имашева А. О., Нургалиева А. Д., Алпысбаева Ж. Т. Ранжирование неблагоприятных факторов // Безопасность труда в промышленности. 2011. № 4. С. 70–71.