

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ,
МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ГІРНИЧИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА ОХОРОНИ ПРАЦІ ТА АЕРОЛОГІЇ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до практичних занять студентів

з дисципліни професійної та практичної підготовки студентів

РУДНИЧНІ ПОЖЕЖІ ТА ВИБУХИ

***ВОГНЕГАСНІ РЕЧОВИНИ, ЗАСОБИ І ЗАХОДИ ГАСІННЯ ПОЖЕЖ
У ВУГІЛЬНИХ ШАХТАХ***

***РОЗРАХУНОК ПАРАМЕТРІВ ПІДЗЕМНОГО ПОЖЕЖНО-
ЗРОШУВАЛЬНОГО ТРУБОПРОВОДУ***

Галузь знань: 0503 Розробка корисних копалин
Напрямок підготовки: 6.050301 «Гірництво»
Спеціальність: 7.05030101 Розробка родовищ та видобування
корисних копалин. - РКК.
8.05030101. Розробка родовищ та видобування
корисних копалин. – РКК
7.05030101 Розробка родовищ та видобування
корисних копалин. Охорона праці в гірництві - ОПГ.
8.05030101. Розробка родовищ та видобування
корисних копалин. Охорона праці в гірництві - ОПГ

РОЗГЛЯНУТО

Протокол засідання кафедри
охорони праці та аерології
від «___» _____ 2011 р. № ___

ЗАТВЕРДЖЕНО

Протокол засідання
Навчально-видавничої
Ради ДонНТУ
від «___» _____ 2011р. № ___

Донецьк, 2011

ББК 68.9
УДК 62-784

Рудничні пожежі та вибухи. Методичні вказівки до практичної роботи / Укладачі: Ю.Ф. Булгаков, Б.В. Прокопенко, – Донецьк: ДонНТУ, 2011. – 43 с.

Наведені програма курсу і методичні вказівки до вивчення розділів курсу, а також літературні джерела.

Призначені для студентів напряму підготовки: 6.050301 «Гірництво», спеціальність: 7.05030101 Розробка родовищ та видобування корисних копалин. – РКК, 8.05030101. Розробка родовищ та видобування корисних копалин. – РКК, 7.05030101 Розробка родовищ та видобування корисних копалин. Охорона праці в гірництві – ОПГ, 8.05030101. Розробка родовищ та видобування корисних копалин. Охорона праці в гірництві – ОПГ.

Составители:

Ю.Ф. Булгаков, проф.
Н.С. Белая, ст. препод.

1.РАСПОЗНАВАНИЕ И РАССЛЕДОВАНИЕ РУДНИЧНЫХ ПОЖАРОВ

1.1. Методы своевременного обнаружения рудничных пожаров

Успех борьбы с рудничными пожарами в первую очередь зависит от того, как скоро с момента возникновения удастся распознать очаг пожара и ликвидировать его или по крайней мере локализовать в возможно более ограниченном пространстве.

Всякое промедление в этом отношении может повлечь распространение пожара, сделать пожар затяжным, увеличить опасность для работающих и материальный ущерб.

При неправильной и неинтенсивной борьбе пожар может принять размеры, угрожающие всей системе выработок. Поэтому весьма важно знать способы, с помощью которых можно своевременно с достаточной надежностью определять начальные признаки возникающего рудничного пожара.

В зависимости от природы пожара (его эндогенного или экзогенного происхождения, состава горючего, места возникновения и т.д.) признаки его могут быть различными.

Все применяемые в настоящее время методы распознавания рудничных пожаров можно подразделить на три основные группы:

- 1) методы, основанные на наблюдении так называемых внешних, непосредственно видимых или осязаемых признаков пожара;
- 2) методы химико-аналитические, базирующиеся на исследовании химического состава рудничной атмосферы, реже воды и горных пород;
- 3) методы физические, основанные на определении с помощью специальных приборов влажности и температуры рудничного воздуха, а также температуры горных пород и воды.

Выбор того или иного метода зависит от местных условий. Рациональнее всего пользоваться комплексно всеми имеющимися способами, взаимно дополняя и проверяя получаемые таким путем данные.

1.2. Внешние признаки пожара

Эти признаки могут быть обнаружены непосредственно нашими органами чувств.

Видимые или зрительные признаки. Нагревание ископаемых сопровождается выделением гигроскопической влаги, а также влаги, образующейся при их окислении. Уголь, окисляясь, поглощает на 100 г - 900 $см^3$ кислорода, из которых 39,2% идут на образование воды.

Гигроскопическая вода и вода - продукт окисления повышают влажность рудничного воздуха. Увеличение влажности может быть обнаружено на глаз в виде тумана и выпотов. Туман образуется при конденсации водяных паров в воздухе, выпоты - оседанием капелек влаги на более холодных поверхностях (крепь, стенки выработок и др.). Эти явления (иногда называемые потением выработок) из внешних признаков пожара являются наиболее ранними и постоянными. Однако туман и выпоты могут наблюдаться и при отсутствии нагревания ископаемого, например, в местах встречи двух воздушных струй с различной температурой; при этом получается смесь воздуха, перенасыщенная водяными парами, в результате чего происходит конденсация последних.

Иногда на дневной поверхности над разрабатываемым участком месторождения бывают, заметны выделяющиеся по трещинам водяные пары. Такое парение, обычное над устьем шахт и шурфов в зимнее время, также может быть одним из признаков процесса нагревания в недрах.

Так, незадолго перед пожаром в одном из колчеданных рудников Урала было обнаружено, что выделение водяных паров над устьем шахты заметно усилилось. Дальнейшее появление в воздухе, выдаваемом этой шахтой, сернистого газа послужило уже тем решающим, хотя и запоздалым признаком, по которому окончательно было установлено наличие в руднике пожара.

Запахи. При пожарах в угольных шахтах горючим чаще всего являются уголь и лес и в колчеданных рудниках - лес и сульфидная мелочь.

В пожарном очаге происходит обычно сочетание двух сложных процессов - горения и сухой перегонки (дистилляции).

Соответственно этому пожарные газы содержат, наряду с конечными продуктами горения (CO_2, H_2S, SO_2), также негоревшие промежуточные продукты - углеводороды и оксид углерода.

Появление в выработках газов, лишенных запаха и вкуса (CO_2, H_2, CH_4 и др.), может иногда остаться незамеченным.

Верным признаком наличия пожарного очага является в выработках запах, напоминающий запах нефтяных продуктов (керосина, бензина и т.п.), а позднее, при дальнейшем развитии пожара - запах смолы.

Этот запах обусловлен присутствием в пожарных газах пентана C_5H_{12} , гексана C_6H_{14} и других углеводородов предельного ряда в сочетании с непредельными - этиленом C_2H_4 , бензолом C_6H_6 и др.

При окислении сульфидов (включений пирита в угле, колчеданных руд) выделяется сернистый газ SO_2 с острым вкусом и запахом, сильно

разъедающий слизистые оболочки, в особенности глаз, даже при содержании в воздухе в тысячных и десятитысячных долях процента. Пожарный запах, если в газах есть примесь SO_2 вызывает щекотание в горле и в носу, ощущение сухости во рту и потребность глотать.

Дистилляция древесины сопровождается образованием уксусной кислоты (CH_3COOH) и креозота, отчего в выработках возникает характерный кисловато- битуминозный запах, служащий неоспоримым признаком пожара задолго до появления дыма.

Рассмотренные пожарные запахи при разгорании пожара сменяются пожарным смрадом, похожим на зловоние горячей каменно-угольной смолы или дегтя, после чего появляется дым и (не всегда) пламя.

Несколько ранее пожарного смрада в воздухе выработки организмом уже явственно ощущается примесь удушливых газов (CO_2 и др.), количество которых в дальнейшем постепенно возрастает.

Так как пахучие вещества начинают выделяться только при дистилляции горючего (т.е. при температурах порядка $220-330^{\circ}C$), то в качестве признака пожара запахи сигнализируют не о начале, но уже о более поздней фазе процесса.

Тепловые признаки. В качестве таковых служат: повышение температуры воздуха в выработке и рудничной воды, нагрев отдельных мест на поверхности пород, угля, руд; таяние снега на поверхности.

Звуковые признаки. В местах нагревания угля иногда наблюдаются звуковые явления, причем тем сильнее, чем больше количество выделяющегося пожарного газа.

Причина звуков пока не выяснена. Возможно, что они вызываются газами, выходящими из трещин при высоких температурах.

Иногда возникновение пожара обнаруживали прежде, чем были замечены другие внешние его признаки (выпоты, запах, дым), - по болезненным реакциям организма человека на создающиеся в подземных выработках ненормальные атмосферные условия. К таким реакциям относятся:

1) ощущение тепла и общее неприятное самочувствие, сопровождающееся усиленным потением;

2) изредка ощущение легкой боли кожи в местах, открытых для действия газов, и при этом угнетенное состояние;

3) быстро наступающая головная боль;

4) при продолжительном пребывании в насыщенной газами атмосфере - состояние повышенной возбужденности или, наоборот, утомления и сонливости, сопровождающееся слабостью в ногах.

Последовательность проявления внешних признаков рудничного пожара может быть выражена схемой (рис. 1.1) (если ограничиться наиболее заметными из этих признаков).

Все внешние признаки пожара проявляются в столь поздней фазе его, что ни в коей мере не могут служить сколько-нибудь надежным средством своевременного обнаружения времени и места начинающегося в выработках процесса самонагрева. Для определенной шахты в известный период времени и при определенном режиме вентиляции нормальное состояние атмосферы характеризуется для различных категорий выработок (подающих воздух шахт, квершлагов, откаточных штреков, вытяжных шахт и пр.) некоторым установившимся равновесием составных частей атмосферы (кислорода, углекислоты, азота и др.).

Колебания состава рудничной атмосферы при нормальных окислительных процессах имеют место в сравнительно небольших пределах. Температура воздуха также остается для отдельных участков в течение более или менее длительных периодов постоянной и зависит главным образом от глубины и протяжения выработок и от скорости движения по ним воздуха.

Возникающее в каком-либо участке шахты нагревание (ископаемого, крепи или закладочного материала) нарушает заметным образом нормальное состояние рудничной атмосферы и содержание кислорода в воздухе выработок начинает интенсивно уменьшаться, количество углекислоты, наоборот, возрастает.

В известной стадии пожара появляется оксид углерода, и если горящие вещества содержат серу (например, колчедан, многие разновидности угля, электрические резиновые кабели), - сернистый газ.

I Конденсация влаги в выработках (туман в воздухе, выпоты на стенках и крепи)	
II Конденсация влаги и появление пожарного запаха, напоминающего запах бензина	
III Конденсация влаги, более резкий пожарный запах, напоминающий запах смолы, ощущение организмом избыточного в выработках тепла и появление пожарного запаха, напоминающего запах бензина крепи	
IV То же и осязаемое появление в воздухе выработок удушливых газов (CO ₂ и др.)	
V То же и пожарный смрад в выработках	

VI Появление в выработках дыма. Наличие раскаленных масс. Выход открытою пламени (не всегда)
--

Рис. 1.1. Схема последовательного проявления внешних признаков развивающегося пожара

При горении каменного угля и т.н. в рудничном воздухе обнаруживается метан (или увеличивается его содержание).

Кроме того, выделяются небольшие количества водорода и сопутствующих метану углеводородов (этана, этилена и др.).

Уменьшение в воздухе O_2 и возрастание CO_2 может быть вызвано, помимо пожара, общим ухудшением проветривания шахты, а иногда повышенным или внезапным выделением из горных пород каких-либо газов: углекислоты, азота, метана и др. Поэтому сам по себе факт убыли в рудничной атмосфере O_2 и роста CO_2 без учета местных условий и динамики процесса не всегда может рассматриваться как несомненный признак пожара.

Оксид углерода и сернистый газ появляются в шахте главным образом в результате процессов горения.

Небольшие количества этих газов образуются также при взрывных работах, но в этом случае они являются временной примесью в воздухе и сравнительно быстро могут быть удалены, не оказывая особого влияния на нормальный состав рудничной атмосферы. Иное дело, если CO и SO_2 появились и обнаруживаются в воздухе выработок как более или менее постоянные компоненты. Это обстоятельство указывает уже на серьезную пожарную опасность.

Практикой английских угольных шахт установлено следующее положение: если хотя бы ничтожные количества CO появляются в воздухе как более или менее постоянная примесь, то наличие этого газа служит несомненным признаком пожара.

1.3. Особенности расследования причин пожаров

Пожары относятся к авариям техногенного характера. В зависимости от последствий пожары можно разделить на две категории: пожары I категории, вследствие которых: погибло 5 или травмировано 10 и больше лиц; произошел выброс отравляющих не безопасных веществ; увеличилась концентрация загрязняющих веществ в окружающей природной среде более чем в 10 раз; разрушены строения, сооружения или основные конструкции объекта, что создало угрозу для жизни и здоровья работников предприятия или населения.

Пожары II категории, вследствие которых: погибло до 5 или травмировано от 4 до 10 лиц; разрушены здания, сооружения или основные конструкции объекта, что создало угрозу для жизни и здоровья работников цеха, участка.

О пожаре свидетель должен немедленно сообщить непосредственному руководителю работ или другому должностному лицу, которые в свою очередь, обязаны сообщить собственнику.

Собственник или лицо, руководящее производством, обязаны ввести в действие план ликвидации аварии, принять, в первую очередь, меры по спасению пострадавших и оказанию им медицинской помощи, предотвращению дальнейшего распространения пожара, установить границы опасной зоны и ограничить доступ к ней людей.

Владелец обязан немедленно уведомить об аварии местный орган государственного надзора за охраной труда, орган, к сфере управления которого принадлежит предприятие, местный орган исполнительной власти, штаб гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций, прокуратуру по месту возникновения аварии и соответствующий профсоюзный орган.

Расследование пожаров с несчастными случаями проводится в соответствии с «Положением о порядке расследования и ведении учета несчастных случаев, профессиональных заболеваний и аварий на производстве», утвержденным Постановлением Кабинета Министров Украины от 21 августа 2001 г. №1094, как это описано в других разделах. Расследование аварий без несчастных случаев проводится комиссиями, образуемыми:

- в случае аварии I категории - приказом министерства или иного центрального органа исполнительной власти или распоряжением органа исполнительной власти по согласованию с соответствующими органами государственного надзора за охраной труда;

- в случае аварии II категории - приказом руководителя органа, к сфере управления которого принадлежит предприятие, или распоряжением районного или городского органа исполнительной власти по согласованию с соответствующим органом надзора по охране труда.

Председателем комиссии назначается представитель органа, к сфере управления которого принадлежит предприятие, местного органа исполнительной власти или председатель органа государственного надзора по охране труда.

В ходе расследования, комиссия определяет характер аварии, выясняет обстоятельства, вызвавшие ее, устанавливает факты нарушения требований законодательства и нормативных актов по вопросам охраны труда, гражданской обороны, правил эксплуатации оборудования и технологических регламентов, определяет качество выполнения

строительно-монтажных работ или отдельных узлов, конструкций, их соответствие требованиям технических и отраслевых нормативных актов и проекта, устанавливает ответственных за аварию, намечает меры по ликвидации ее последствий и предотвращения подобных аварий.

Комиссия по расследованию обязана в течение 10 рабочих дней расследовать аварию и составить акт по установленной форме. Ущерб, вызванный аварией, определяется с учетом затрат по номенклатуре, согласно Приложению 16 упомянутого «Положения...».

Учет аварий I и II категорий осуществляют предприятия и соответствующие органы государственного управления по надзору за охраной труда с регистрацией их в журнале по установленной форме.

2. ОСНОВНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПО ПРЕДУПРЕЖДЕНИЮ ПОЖАРОВ

2.1. Предупреждение эндогенных пожаров

Пожары от самовозгорания угля могут возникать в выработанном пространстве, в местах геологических нарушений, где остался невыбранный уголь и в раздавленных целиках угля.

Для того чтобы предупредить возникновение подземных пожаров от самовозгорания угля, необходимо при разработке пластов угля, склонных к самовозгоранию, принимать следующие меры:

1. В выработанном пространстве не следует оставлять целиков угля, не забрасывать туда штыб и горючие породные прослойки, а в очистном забое начисто убирать вырубленный уголь.

2. На крутых и наклонных пластах необходимо принимать меры, исключающие попадание мелко отбитого угля в выработанное пространство очистного забоя.

3. Если в местах геологических нарушений возникает необходимость оставить целики угля, то следует их изолировать путем возведения вокруг целика «рубашки» из глины или инертной пыли.

4. Для повышения пожарной безопасности необходимо избегать пересечения подготовительных выработок под углом менее 60°С, так как при более острых углах уголь в месте сопряжения может быть раздавлен. Особенно важно не допускать свободного доступа воздуха в выработанное пространство. Для этого вдоль выработанного пространства над откаточным штреком следует возводить хорошо утрамбованную стенку из глины шириной 0,5-1 м. В отработанных печах и гезенках следует устанавливать перемычки из деревянных чураков на глине, глинобитные или из бута на глине.

5. Из выработанного пространства очистных забоев необходимо по возможности удалять оставшуюся деревянную крепь.

Большое значение для противопожарной профилактики имеет правильный выбор системы разработки угольных пластов. Следует предпочесть отдавать таким системам разработки, при которых в выработанном пространстве остаются небольшие потери угля. Следует также предусматривать наиболее интенсивную отработку выемочных полей, так как она позволяет сократить срок поступления воздуха в выработанное пространство очистного забоя, предохранить целики угля от разрушения.

При применении сплошных систем разработки на пластах, опасных по самовозгоранию, наиболее радикальным мероприятием является замена угольных целиков бутовыми полосами. Наиболее безопасно производить выемку пластов угля, склонного к самовозгоранию, длинными столбами но простиранию без оставления целиков угля. При разработке тонких пластов угля, склонных к самовозгоранию, необходимо разрабатывать этажи через групповые или полевые штреки с отработкой выемочных участков на передние промежуточные квершлаг (ходки). Групповые штреки в этом случае должны проходиться по пластам, не опасным по самовозгоранию (рис. 3.3).

Мощные крутые и наклонные пласты должны разрабатываться отдельными выемочными участками обратным ходом через групповые или нулевые штреки с погашением целиков над штреками.

При разработке мощных пологих пластов разработка должна вестись от границ шахты, а при подготовке групповыми или полевыми штреками - от шахты к границам с отработкой выемочными участками на передний квершлаг.

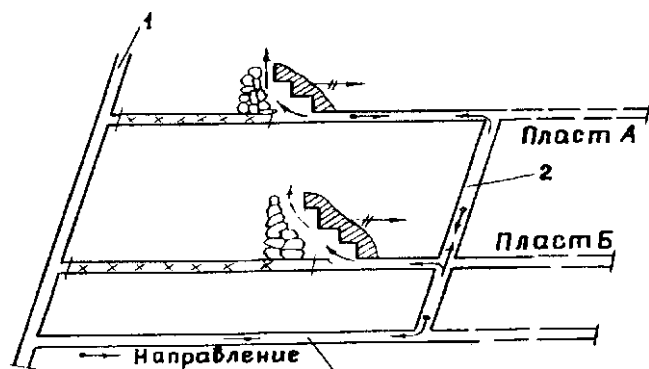


Рис. 2.1. Схема отработки пластов, склонных к самовозгоранию, на передний промежуточный квершлаг через групповой полевой штрек:
1- квершлаг, 2 - промежуточный квершлаг, 3 - полевой штрек

Ведение работ на этаже, лежащем под пожарным участком или на нижерасположенном сближенном пласте, может быть допущено только после того, как пожар потушен.

В шахтах, разрабатывающих пласты угля, склонные к самовозгоранию, должны набираться пробы воздуха для определения содержания в нем кислорода, оксида углерода, углекислого газа, а также измеряться температура воздуха. Этот контроль должен производиться 1 раз в декаду.

При разработке мощных пластов угля, склонных к самовозгоранию, слоевыми системами, не следует оставлять межслоевых толщ угля.

Наиболее эффективным мероприятием по борьбе с самовозгоранием угля является применение полной и плотной закладки выработанного пространства. Особенно целесообразно применение гидравлической закладки, которая уплотняется значительно лучше, чем все другие виды закладки.

2.2. Предупреждение экзогенных пожаров

Основным источником воспламенения горючих материалов в шахте, и следовательно причиной возникновения экзогенных пожаров является электрооборудование и кабельные сети, если их эксплуатировать с нарушением требований Правил безопасности.

Неоднократной причиной возникновения рудничных пожаров является нарушение правил ведения электросварочных и автогенных работ в подземных выработках или в поверхностных сооружениях шахт. Источниками таких пожаров обычно являются раскаленные куски металла и искры. Чаще всего эти пожары возникают! в главных выработках, по которым поступает в шахту свежий воздух (стволы, околоствольные дворы, камеры лебедек и др.).

Пожары от трения движущихся поверхностей наиболее часто возникают от трения конвейерных лент о ролики конвейера, о деревянную крепь, шпалы и т.п.

Эти пожары характеризуются быстрым распространением, так как обычно возникают в наклонных выработках в местах большого скопления горючих материалов (резиновая лента, деревянная крепь, большое скопление угольной мелочи).

На шахтах, где в качестве основного вида транспорта применяются контактные электровозы, довольно частыми являются пожары, происходящие в результате замыкания контактного провода с металлической крепью выработок. Наличие деревянных затяжек крепи способствует быстрому распространению пожаров.

Иногда пожар возникает и на аккумуляторных электровозах, если в результате замыкания в батарейных ящиках загораются аккумуляторы или их изоляция и изоляция батарейных ящиков.

Неправильное ведение взрывных работ также может послужить причиной возникновения подземного пожара, например, если при взрывных работах по углю из шпуров выбрасывается пламя или тлеющие остатки оболочки патронов ВВ, в результате чего могут загореться угольная пыль или отбитый уголь.

Причиной пожаров от открытого огня в подавляющем большинстве случаев является грубое нарушение основных правил пожарной безопасности, главным образом в местах, где имеется легковоспламеняющийся материал (смазочные или обтирочные материалы, лес, древесная щепа или стружка, рудничный газ и т.д.).

В этих случаях опасность представляет даже курение, пламенные лампы с неисправной предохранительной сеткой и другие относительно маломощные источники тепла.

При возникновении большинства подземных пожаров от короткого замыкания в кабелях активным горючим материалом является резиновая оболочка гибких кабелей.

Опасным горючим материалом при пожарах в электромашинных камерах с маслонаполненным оборудованием является трансформаторное масло.

На угольных шахтах должны проводиться мероприятия, направленные на устранение причин возникновения экзогенных пожаров. Эти мероприятия могут быть разделены на две основные группы:

- 1) направленные на устранение тепловых импульсов (источников), вызывающих воспламенение горючих материалов;
- 2) сокращающие число возможных объектов горения за счет снижения горючести материалов и оборудования, применяющихся в шахте.

Рудничный пожар в шахте, вызванный опасными тепловыми импульсами, может возникнуть только при нарушении требований Правил безопасности. Особенно опасные тепловые импульсы возникают, как было уже указано выше, при неправильной эксплуатации электрического оборудования и кабельных сетей. Для предотвращения возникновения пожаров при эксплуатации электрооборудования в шахтах нельзя допускать:

- 1) перегрузки и коротких замыканий в цепи, вызывающих ненормальное увеличение тока в цепи и образование тепла;
- 2) размыкания под током контактных частей или разрыва токопроводящего проводника;
- 3) слабых контактов в цепи, вызывающих чрезмерное увеличение сопротивления и повышение температуры;

4) утечек тока, вызванных замыканием тока на землю.

Для устранения тепловых импульсов при ведении взрывных работ должны быть приняты следующие меры предосторожности:

а) должны применяться только качественные ВВ, нельзя допускать применения отсыревших, слежавшихся ВВ;

б) не допускать повышенных зарядов ВВ;

в) линия наименьшего сопротивления должна соответствовать требованиям Правил безопасности;

г) нельзя допускать трещин в шпурах и использования некачественного материала для забойки шнуров:

д) внутренняя забойка шнуров должна быть выполнена качественно и величина ее должна также соответствовать требованиям Правил безопасности.

Для того, чтобы исключить возможность возникновения подземных пожаров от трения и механических ударов, которые могут воспламенить смазку, горючие газы и угольную пыль, нельзя допускать:

1) трения подземных канатов о верхняки, стойки крепи выработок, шпалы и другие горючие материалы;

2) трения подземных канатов о футеровку направляющих шкивов в результате проскальзывания каната;

3) трения конвейерных лент о крепь выработок или об уголь;

4) трения барабанов лебедок о станины;

5) искрения или нагревания зубков врубовых машин и комбайнов от ударов и трения о твердые включения в угольной массе.

На практике имели место случаи возникновения подземных пожаров при неправильной эксплуатации трубопроводов сжатого воздуха. Так, на одной из шахт Донбасса из-за неплотного соединения колена трубопровода и утечки воздуха раскалился трубопровод и загорелась крепь штрека.

Для исключения таких случаев необходимо всю сеть сжатого воздуха содержать в герметичном состоянии. Все утечки воздуха в трубопроводах и шлангах должны устраняться немедленно. Уплотняющие прокладки на соединениях трубопроводов сжатого воздуха должны быть из негорючего материала.

Правила безопасности требуют также принятия специальных мер предосторожности при производстве сварочных и автогенных работ в подземных выработках и надшахтных зданиях. Эти работы допускаются на шахтах, опасных по газу или пыли, только в выработках со свежей струей воздуха по письменному разрешению главного инженера предприятия. Сварочные работы должны проводиться под непосредственным наблюдением главного механика шахты или его заместителя в присутствии специально проинструктированного работника шахты, умеющего пользоваться средствами пожаротушения, а

также в присутствии работника горноспасательной службы. Перед началом работ все воспламеняющиеся материалы (масло, пакля, обтирочные материалы, щепка и т.п.) должны быть убраны на расстоянии не менее 20 м от места производства сварки. Под свариваемую деталь подкладывается лист асбеста или стальной лист размером не менее 1000x1000 мм толщиной не менее 1мм, который должен быть покрыт слоем песка толщиной не менее 60-80 мм.

Древесина (крепь, лес и т.п.), находящаяся на расстоянии до 2м от места сварки, защищается асбестовыми или металлическими листами.

Место сварки обеспечивается средствами пожаротушения: двумя огнетушителями, ящиком с песком, брандспойтом с пожарным рукавом, присоединенным к ближайшей пожарной гайке (или на месте сварки должна быть вагонетка с водой). Если выработка, в которой производятся сварочные работы, закреплена деревом, то она увлажняется на протяжении Юм в обе стороны от места производства работ. В газовых шахтах должен быть перед началом сварочных работ произведен контрольный замер метана. В шахтах, опасных по взрыву угольной пыли, должны быть приняты меры по удалению пыли с предварительным ее увлажнением на протяжении 10м в обе стороны от места сварки и производится осланцевание этого участка выработки.

Во время производства сварочных работ на шахтах, опасных по газу или пыли, обязательно присутствие лица вентиляционного надзора для непрерывного контроля за содержанием метана. В случае обнаружения следов метана сварочные работы должны быть прекращены.

Особая осторожность должна проявляться при обращении с огнем и легковоспламеняющимися материалами, поэтому запрещено проносить в шахту спички, табак, открывать и заправлять в шахте лампы, промывать в подземных выработках отбойные молотки и производить смазку вагонеток (за исключением мест, специально отведенных для этих целей и закрепленных несгораемой крепью).

3. ОГНЕГАСИТЕЛЬНЫЕ ВЕЩЕСТВА, СРЕДСТВА И СПОСОБЫ ТУШЕНИЯ ПОЖАРОВ В УГОЛЬНЫХ ШАХТАХ

3.1 Вводные положения и указания

Проблема пожарной защиты шахты является одной из главных в решении общей задачи обеспечения безопасности ведения горных работ. Мероприятия по пожарной защите горных выработок шахты подразделяются на две группы.

К первой группе относят мероприятия по предотвращению появления в шахте опасных тепловых импульсов. Это в основном мероприятия, связанные с технологией (применение специальных систем

разработки, порядка отработки и схем вентиляции на пластах, склонных к самовозгоранию, замена горючих материалов негорючими, снижение пожароопасности электрооборудования и т. п.).

Ко второй группе относят мероприятия по подготовке шахты к ликвидации возникших пожаров. Подготовка заключается в размещении в горных выработках средств локализации и тушения пожаров, знания персоналом их назначения и правил пользования.

Целью практического занятия является изучение свойств огнегасительных веществ, созданных на их основе средств пожаротушения и применяемыми на практике способами и тактическими приемами тушения подземных пожаров.

В настоящих методических указаниях подробно рассмотрены устройство, принцип работы и правила пользования средствами пожаротушения, предназначенных для применения и эксплуатируемые в настоящее время на шахтах. Средства пожаротушения, предназначенные для оснащения ГВГСС¹, рассматриваются только в части их назначения и принципа работы.

Теоретическая часть занятия по усмотрению преподавателя может проводиться с использованием настоящих методических указаний и макетов средств пожаротушения или на компьютерной технике с отражением в обучающем режиме содержания методических указаний и демонстрации принципа работы средств и способов тушения пожаров.

Практические навыки по применению средств пожаротушения закрепляются на действующих макетах.

Методические указания и компьютерная обучающая программа содержат три уровня знания.

Первый уровень является **основой**¹ учебного материала и содержит минимальный, но достаточный объем информации, необходимый для понимания сущности рассматриваемого вопроса.

Второй уровень изложен в виде¹ дополнений к первому уровню, в которых более глубоко раскрываются отдельные положения рассматриваемых вопросов.

Третий уровень содержит перечень учебной, технической и специальной литературы, которая может быть использована для более глубокого изучения рассматриваемого вопроса при выполнении НИРС, подготовки докладов, дипломного проектирования и т. п.

Контроль знаний по теоретической части занятия проводится по пяти контрольным вопросам первого уровня. Критерий оценки уровня знаний простой, строгий и объективный - за каждый неправильный ответ от пяти баллов отнимается по одному баллу.

¹ Государственная военизированная горноспасательная служба.

Контрольные вопросы имеют сквозную нумерацию и приведены после каждого раздела методических указаний.

3.2 Способы тушения пожаров

Все способы и тактические приемы тушения пожаров сводятся к прекращению доступа кислорода к горящим материалам и снижению их температуры, а при подземном пожаре - еще и к снижению температуры окружающих пород до пределов, исключающих повторное возгорание.

Наиболее действенными способами тушения пожаров является активные способы. Активные способы заключаются в непосредственном воздействии на очаг пожара огнегасительными веществами как непосредственно в месте его образования, так и при выемке горящих масс из очага пожара. Непосредственное воздействие на очаг пожара осуществляется со стороны поступающей струи воздуха прямым или дистанционным (с безопасного расстояния) воздействием. Активные способы обычно применяют в начальный период развития пожара, а также во всех случаях, когда очаг доступен для непосредственного тушения и для этого имеются в достаточном количестве силы и средства пожаротушения.

Способ изоляции (пассивный способ) заключается в прекращении притока свежего воздуха к очагу пожара путем возведения в горных выработках изоляционных перемычек, рубашек, покрытий и др. К изоляции прибегают в случаях, когда очаг пожара находится в месте, не доступном для непосредственного воздействия на него огнегасительными веществами, а также в тех случаях, когда при бурно развивающемся пожаре на месте нет достаточных сил и средств для непосредственного воздействия на очаг. Изоляция как способ тушения пожара является крайней мерой, так как в условиях нарушенных горных пород и высокой газопроницаемости изоляционных сооружений практически нельзя достичь полной герметизации участка, сроки остывания горного массива длятся от нескольких месяцев до нескольких лет, на газовых шахтах изоляция пожара небезопасна, вследствие возможности взрыва метана и пожарных газов. Поэтому изоляция пожара, как правило, является предварительным этапом комбинированных способов тушения пожара, когда степень герметизации изолированного пространства играет меньшую роль, чем только при изоляции.

Комбинированные способы заключаются в сочетании предварительной изоляции очага пожара с последующим тушением его активным способом. Эти способы применяются в тех случаях, когда пожар распространился на большой площади, подступы к нему затруднены из-за высокой температуры и на месте отсутствует

достаточное количество огнегасительных средств. Для прекращения развития пожара возводят на доступном от очага расстоянии парные временные изоляционные перемычки с открывающимися проемами либо закрывают пожарные двери. После частичного затухания пожара, последовательно путем шлюзования через проемы парных перемычек возводят новые перемычки, уменьшая объем изолированных выработок, и ведут тушение пожара по частям подготовленными к этому времени огнегасительными средствами.

К комбинированным способам также следует отнести заполнение изолированного пожарного участка инертными газами или путем заиливания и др.

Тушение пожаров затоплением водой является крайней мерой и оправдано при малых объемах затопления, возведения небольшого числа водоупорных перемычек, отсутствия угрозы потери оборудования и др.

Контрольные вопросы

Вопрос 1. К чему сводятся все способы и тактические приемы тушения пожаров, в том числе в горных выработках?

Вопрос 2. Изложите сущность, порядок и область применения активных способов тушения подземных пожаров.

Вопрос 3. В чем заключается способ изоляции подземных пожаров, в каких случаях способ применяют и его недостатки?

Вопрос 4. В чем заключается применение комбинированных способов тушения подземных пожаров, в каких случаях способы применяют и технологический порядок их применения?

Вопрос 5. В каких случаях оправдано тушение подземных пожаров затоплением выработок водой?

3.3 Огнегасительные вещества

Огнегасительные вещества, используемые в настоящее время для тушения пожаров на угольных шахтах, по фазовому состоянию разделяются на четыре группы:

- жидкости (вода, заиловочная пульпа);
- сыпучие вещества (разделяются на инертные - песок и инертная пыль и химически активные - огнегасительные порошки);
- пены (разделяются по способу образования и составу газовой фазы на химические, воздушно-механические, инертные газомеханические)²;

² Химические пены образуются при взаимодействии растворов кислот и щелочей в присутствии пенообразователя. Химическая пена состоит из множества мелких пузырьков, заполненных инертным углекислым газом, и имеет следующий состав: 80% - CO₂, 19% - H₂O, 0,3% - пенообразующее вещество. Образование

- инертные газы и аэрозоли (диоксид углерода, азот, парогазовая смесь и др.).

Вода, обладая высокими огнегасительными свойствами и возможностью воздействия на очаг пожара в виде компактной струи, распыленном состоянии, в составе парогазовой смеси и из-за других преимуществ получила самое широкое распространение в средствах водяного пожаротушения.

Огнегасительные свойства воды заключаются в следующем: за счет напора водяной струи механически сбивается пламя с горящих предметов; высокая теплоемкость воды позволяет охлаждать горящую поверхность ниже температуры, необходимой для поддержания горения; смачивая смежные с горячей поверхностью участки и предметы, вода предотвращает распространение горения; образующийся водяной пар уменьшает содержание кислорода в зоне горения.

Водой нельзя тушить электрооборудование, находящееся под напряжением, вещества взаимодействующие с водой (карбид, щелочные металлы и др.), неэффективно тушение горящих легко воспламеняющихся жидкостей и горящего метана. При тушении сильно развитых пожаров не с периферийных участков с относительно низкими значениями температуры, а с эпицентра горения возникает опасность взрыва, так как при температуре 1000-1200 °С молекулы воды разлагаются на атомарный водород и кислород с образованием взрывоопасной перекиси водорода H_2O_2 .

Пожаротушающий эффект огнегасительных порошков обеспечивается за счет изоляции твердых горящих поверхностей и жидкостей от доступа кислорода вследствие образования вязкой полимерной пленки на границе раздела фаз; прекращения цепных реакций горения из-за ингибирующего влияния на активные центры пламени; охлаждения зоны горения из-за затрат теплоты на нагревание частиц порошка, их плавление, частичное испарение и химическое разложение.

В средствах пожаротушения применяют порошки ПСБ, П-1А (размер частиц 80-90 мк), тонкодисперсный порошок П-2АП (размер

воздушно-механической пены осуществляется в пеногенераторе путем продувки через сетку воздуха (сжатого, с помощью вентилятора или за счет эжекции) и мелко распыленного раствора пенообразователя ПО-1. Размер пузырьков (дисперсность пены) зависит от размеров ячеек сетки, числа сеток и скорости воздуха. Недостатком воздушно-механической пены является то, что пузырьки пены являются носителями кислорода поддерживающего горение. Поэтому для ускорения тушения труднодоступных очагов горения применяют газо-механическую инертную пену, получаемую при использовании газообразного или жидкого азота с помощью распылителя специальных устройств.

частиц 40-50мк) и субтонкодисперсный порошок П-2АП (размер частиц 5-10 мк).

Средства порошкового тушения применяются при горении деревянной крепи, конвейерной ленты, легковоспламеняющихся и горючих жидкостей, угля, метана и электрооборудования, находящегося под напряжением. Ограничением применения средств порошкового тушения является недостаточная эффективность тушения твердых материалов, в частности, конвейерных лент, находящихся в стадии тления.

Пены характеризуются показателями кратности и устойчивости. Кратность пены представляет собой количество объемов пены, образующейся из единицы объема раствора пенообразователя. Различают пену низкой (50), средней (50-300) и высокой (300-1000) кратности. Устойчивость пены для целей пожаротушения обычно не превышает 2 ч и зависит от содержания пенообразователя, температуры стенок выработки, жесткости воды, скорости воздуха и др.

Пена блокирует доступ воздуха и оказывает охлаждающий эффект на горящие материалы и стенки горных выработок.

В отличие от воды пеной эффективно можно тушить легко воспламеняющиеся жидкости. Из-за электропроводности пены запрещается ее применение для тушения горящего электрооборудования под напряжением

Ввиду высокой проникающей способности пена может подаваться в труднодоступные места. По характеру воздействия пену можно отнести к пожаротушащим веществам дистанционного объемного тушения.

Инертные газы и аэрозоли, попадая в зону горения, снижают концентрацию кислорода. Инертизация может быть объемной и локальной. При объемной инертизации воздух всех выработок аварийного участка замещается инертным газом. При локальной - инертный газ подается непосредственно в зону горения без изменения состояния проветривания аварийного участка.

При тушении подземных пожаров инертизация среды выработок позволяет решить две задачи: предотвратить образование взрывоопасных концентраций метановоздушной смеси и снизить активность горения вплоть до его прекращения.

Опасность взрыва устраняется при снижении объемной доли кислорода в воздухе до 10%, пламенное горение прекращается при 8%, а тление - при 2% кислорода.

При комбинированном применении огнегасительных веществ определенного состава в смеси или при их отдельном воздействии на очаг горения достигается значительно более высокая эффективность тушения пожара, а для отдельных сочетаний веществ расширяется

область применения по классам пожаров созданных на их основе средств пожаротушения.

В созданных средствах пожаротушения комбинированного действия применяют аэрозольно-порошковые и аэрозольно-пенные составы и раздельную подачу к очагу пожара порошка и воздушно-механической пены³.

Контрольные вопросы

7. На какие группы разделяют огнегасительные вещества?
8. Какие пожары нельзя или неэффективно тушить с использованием воды?
9. За счет чего достигается пожаротушащий эффект огнегасительных порошков?
10. Какие типы огнегасительных порошков применяют в средствах порошкового пожаротушения?
11. Какими показателями характеризуются свойства пен?
12. За счет чего достигается тушение пожара пенами?
13. Какие пожары можно и нельзя тушить пенами?
14. К каким пожаротушащим веществам по характеру воздействия на пожар можно отнести пену?
15. В чем заключается огнетушащий эффект инертных газов и аэрозолей и виды инертизации среды с их применением?
16. Какие задачи решаются при инертизации среды инертными газами и аэрозолям?
17. При каком снижении объемной доли кислорода устраняется опасность взрыва метано-воздушной смеси, прекращается пламенное горение и тление горючих веществ?
18. В чем заключается преимущество комбинированного применения огнегасительных веществ?
19. Какие составы огнетушащих веществ и способы их подачи применяют в средствах пожаротушения комбинированного действия?

3.4 Средства тушения пожаров

В соответствии с видом огнетушащего вещества (веществ) технические средства пожаротушения разделяются на средства водяного,

³ Инертный аэрозоль является продуктом сгорания газогенерирующего заряда и в качестве огнегасительного вещества в аэрозольно-порошковых средствах выполняет также функцию энергоносителя порошка, а в аэрозольно-пенных - образователя и энергоносителя пены. В порошково-пенных средствах пожаротушения энергоносителем и образователем пены является сжатый воздух.

порошкового, пенного, инертизации среды и комбинированного тушения.

По назначению и конструктивному исполнению средства пожаротушения разделяются на огнетушители (ручные, ранцевые, возимые, передвижные), группу мобильных установок и средств (передвижные установки, переносные пеногенераторы и др.) и группу автоматизированных установок и систем пожаротушения.

Кроме разделения указанных средств пожаротушения по классам тушения пожаров в их классификации следует также различать средства первичного пожаротушения, средства предназначенные для тушения развитых пожаров и по их характеру воздействия на очаг пожара (непосредственное, дистанционное, дистанционного объемного тушения), а также длительности действия огнетушащего заряда, массе, габаритам и др.

Следует также различать средства пожаротушения эксплуатируемые шахтой и находящиеся только на оснащении ГВГСС.

Средства тушения пожаров водой, прежде всего, относятся к первичным средствам пожаротушения. Для подключения средств водяного пожаротушения к пожарным кранам на пожарно-оросительном трубопроводе применяют пожарные напорные рукава и рукавные переходы с пожарными гайками Богданова (рис. 3.1).

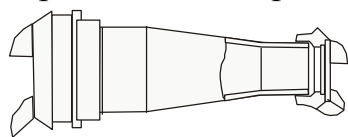
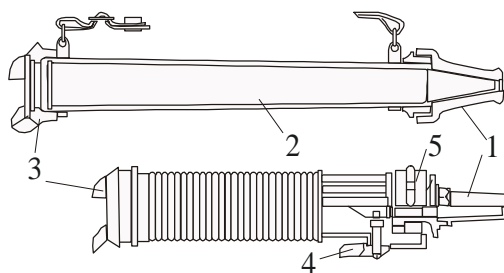


Рисунок 3.1 - Переход с пожарными гайками Богданова

В
практике
пожаротушени

я применяются прорезиненные, льняные нормальные и льняные усиленные пожарные рукава диаметром 51, 66 и 77 мм стандартной длиной 20 м. Пожарные рукава рассчитаны на рабочее гидравлическое давление до 1,6 МПа (16 кгс/см²), что и определяет требование к верхнему значению нормируемого давления на выходе из пожарного крана - 1,5 МПа (15 кгс/см²).



Для формирования компактной, конусной или распыленной струи воды, дистанционно подаваемой на очаг пожара, служат различные по конструкции и назначению (простые и комбинированные) пожарные стволы РС-560, РС-70, РСА, РСК-50 (рис. 3.2). Тип ствола определяется условным проходным отверстием выходного отверстия (50 и 70 мм), видом выходящей струи, расходом воды и ее давлением у ствола.

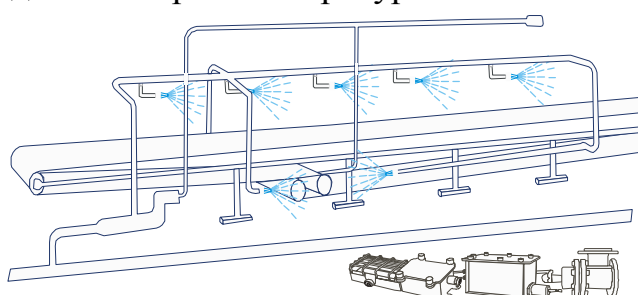
Рисунок 3.2 - Пожарные стволы (брандспойты)
1 - спрыск (насадок); 2 - корпус; 3 - пожарная полугайка Богданова; 4 - рукоятка для перекрытия компактной струи; 5 - гайка

Для подачи воды и огнетушащего раствора в труднодоступные места (за крепью, за завалом, перемычкой и т. д.) предназначены пожарные пики - водоструйная и универсальная ПП-2. В комплект водоструйной пики входят концевая, хвостовая и промежуточные секции, изготовленные из труб диаметром 50-66 мм. Длина секции 1000-15000 мм, расход воды при давлении 0,15 МПа - 15-20 м³/ч.

Для создания водяных завес на пути распространения пожарных газов, а также для дистанционного тушения пожара в наклонных и вертикальных выработках применяется водоразбрызгиватель ВВР-1, обеспечивающий разлет капель размером около 100 мк в радиусе до 7 м (рис. 3.3).

В выработках большого сечения и при быстром распространении пожара для создания водяной завесы устанавливаются несколько ВВР-1 на расстоянии 3-5 м друг от друга. Крепление водоразбрызгивателя осуществляется с помощью струбцины. Тушение пожара в наклонных и вертикальных выработках может быть достигнуто при маневрировании подъемного сосуда или вагонетки с закрепленным на них водоразбрызгивателем. С целью обеспечения нормальной работы водоразбрызгивателя ВВР-1 связано требование к нижнему значению нормируемого давления на выходе из пожарного крана - 6 МПа (6 кгс/см²).

Для создания водяных завес в вентиляционных штреках на расстоянии от лавы не более 100 м может устанавливаться автоматическая установка УВЗ-2, создающая сплошную завесу распыленной воды на протяжении 6-7 м выработки и срабатывающая от разрушения теплового замка датчика при температуре выше 47



°С (рис. 3.4).

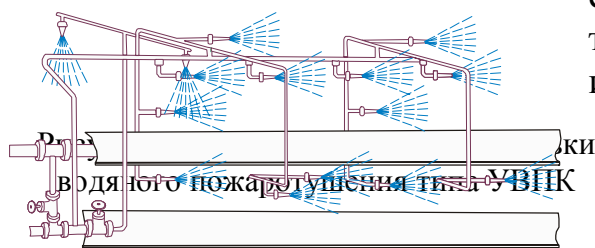
Рисунок 3.4 – Автоматическая установка для создания водяной завесы УВЗ-2

1 – пожарно-оросительный трубопровод; 2 – фильтр для очистки воды; 3 – автоматический клапан; 4 – тепловой замок; 5 – датчик; 6 – полидефлекторные разбрызгиватели (устанавливаются вдоль стенок выработки)

°С (рис. 3.4).

В выработках, оборудованных ленточными конвейерами, у всех приводных станций обязательно должны быть смонтированы стационарные автоматические

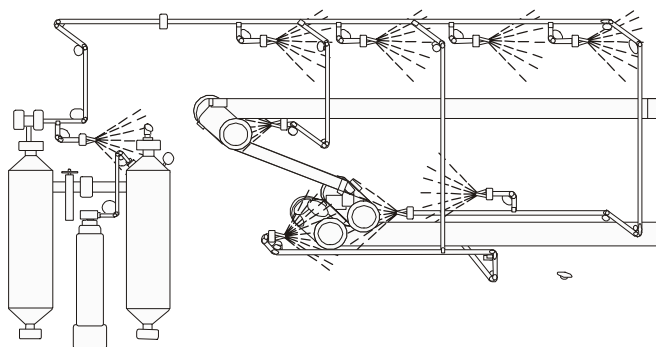
установки водяного пожаротушения УВПК или УВПК-Б (рис. 3.5), срабатывающие в зависимости от типа теплового датчика при температуре 47 или 72 °С. Протяженность защищаемой зоны установками соответственно не менее 18 и 20 м.



Для локализации и тушения пожара на всем протяжении конвейерных выработок применяются автоматические установки УВПС или УВПС-1 (рис. 3 б).

Установки УВПС образуют водяную завесу, защищающую выработки сечением до 12,7 м² и формирует зону орошения длиной 9,5 м. Температура срабатывания установок 42 или 72 °С. С помощью установок УВПС реализуется метод секционирования конвейерных выработок водяными завесами⁴.

Рисунок 3.7 - Автономная автоматическая установка водяного пожаротушения АПУ-500



установка с автономным источником воды АПУ-500 (рис. 1.7). Установка имеет два бака с суммарным объемом воды 500 дм³ и длину зоны защиты не менее 10 м. Температура срабатывания 42 или 72 °С

В практике ликвидации аварий неоднократно имело место отсутствие воды или недостаточный ее напор в пожарно-оросительном трубопроводе.

Для своевременного тушения пожаров на приводных станциях ленточных конвейеров и других объектах выпускается автоматическая пожаротушащая

⁴ Метод секционирования заключается в определении расчетным путем такой длины конвейерной выработки, называемой противопожарной секцией, при которой поток нагретого газа, создаваемый очагом пожара на приводной станции или на линейной части, проходящей через водяную завесу, формируемую включившейся в работу установкой УВПК на приводной станции конвейера или установкой секционирования УВПС на линейной части, охлаждается до безопасной температуры меньше 250 °С. Дальнейшее охлаждение потока происходит за счет поглощения тепла окружающими породами выработки до температуры 42 или 72 °С, при которой пусковая система установки секционирования уже не срабатывает. Таким образом, производится блокирование установки секционирования УВПС от одновременного включения с установкой УВПК или предшествующей установкой секционирования УВПС, так как одновременная работа обеих установок из-за ограниченной подачи воды из шахтного пожарно-оросительного трубопровода может привести к неэффективности тушения и локализации пожара в секции.

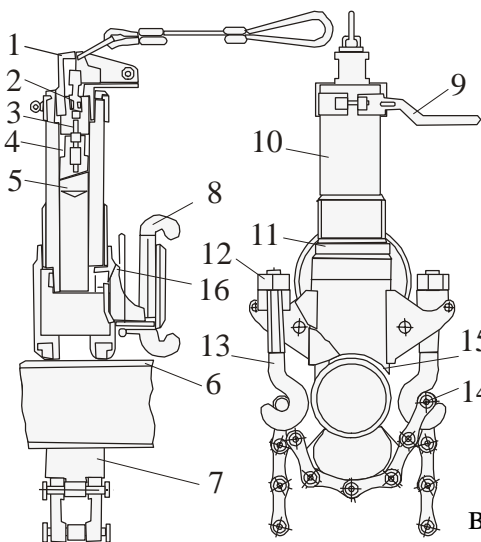


Рисунок 3.8 - Гидрант пистолет портативный ГПП-1
 1 - казенник; 2 - боек; 3 - капсуль; 4 - донце; 5 - пробойник; 6 - трубопровод; 7 - подкладка; 8 - соединительная головка; 9 - ручка; 10 - ствол; 11 - корпус; 12 - гайка; 13 - крючок; 14 - триггер; 15 - пружина; 16 - фиксатор

Пожарные извещатели автоматических установок пожаротушения размещаются в местах наиболее вероятного загорания. Один пожарный извещатель обеспечивает эффективный контроль не более 12-15м².

При ликвидации пожаров нередко возникает необходимость оперативно подключиться в любом месте пожарно-оросительного трубопровода, в том числе и находящимся под давлением. Для этой цели предназначены гидранты-пистолеты ГП-2, ГП-3 и ГПП, позволяющие пробивать отверстия диаметром 25 мм в трубах с толщиной стенки 10 мм и более (рис. 3.8).

Гидранты-пистолеты разрешается применять в выработках со свежей и исходящей струей при доле метана не более 1% в связи с тем, что пробивание отверстия в трубе происходит за счет энергии взрыва заряда пороха.

К первичным средствам пожаротушения относятся также огнетушители, позволяющие оперативно тушить очаги пожара в течение 20-30 мин с момента их возникновения.

Огнетушители классифицируют по виду огнетушащего состава (порошковые, пенные, воздушно-пенные, химические пенные, комбинированные), массе состава и определяемым этим вид переноски и перемещения (5-10 кг - ручные, 6-16 кг - ранцевые и 40-100 кг - возимые) и виду энергоносителя (газы, образующиеся в результате химической реакции; сжатый воздух, содержащийся в специальном баллончике под давлением 15-20 МПа; газ, обычно диоксид углерода, заключенный в аналогичный баллончик; газогенерирующие устройства, содержащие заряд определенного химического состава).

Пенные и химические пенные огнетушители в основном предназначены для тушения загораний твердых материалов органического происхождения, горючих жидкостей и плавящихся твердых веществ.

Их нельзя применять для тушения электрооборудования под напряжением. В шахтных условиях они применяются для тушения деревянных элементов крепи, горюче-смазочных материалов, конвейерных лент, горящего угля.

В качестве огнегасительного заряда в конструкциях пенных огнетушителей обычно используют 6-процентные водные растворы пенообразователи типа ПО-1А, ПО-1Д, ПО-6К и др. Химические пенные

огнетушители заправляют трехкомпонентными зарядами, в состав которых входят кислота, щелочь и 6-процентный водный раствор ПАВ.

Ввиду высокой коррозионной активности заряда химических пенных огнетушителей, а также повышенной влажности и химической агрессивности шахтной среды срок службы корпусов указанных огнетушителей, как правило, не превышает 2,5-3 лет. Кроме того, химические пенные огнетушители имеют и другие недостатки: низкую огнетушащую способность и отсутствие возможности прерывистой подачи пены, что существенно снижает возможности их применения.

Порошковые огнетушители ручные ОПШ-10, ОП-10Ф, ОПШ-10Г, ОП-10 и передвижные ОПШ-100, ОП-50, ОПП-100 предназначены для тушения загораний твердых веществ органического происхождения, горючих жидкостей, газов и электрооборудования, находящегося под напряжением свыше 1140 в.

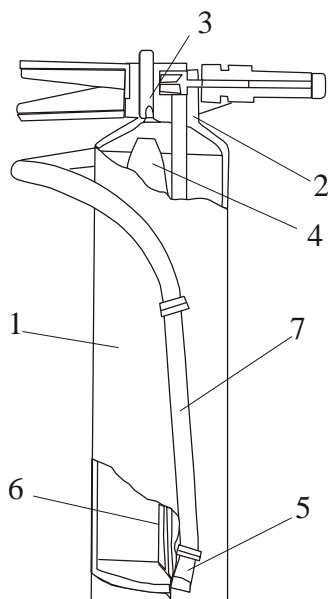
Рисунок 3.9 - Ручной порошковый огнетушитель ОПШ-10

К недостаткам шахтных порошковых огнетушителей следует отнести недостаточную огнетушащую способность при тушении горящего угля

и резиновых конвейерных лент ввиду низкой теплоемкости порошковых огнетушащих составов.

Конструкции ручных огнетушителей унифицированы (рис. 3.9) и включают цилиндрический сосуд 1 вместимостью 10 л для огнетушащего порошка, запорное устройство 2, ударно-спусковое устройство 3 для надежного вскрытия баллона со сжатым воздухом 4 или запуска газогенерирующего устройства, эластичную мембрану - рыхлитель порошка 5, сифон 6 для выдачи порошка из сосуда и гибкий рукав с распылителем 7.

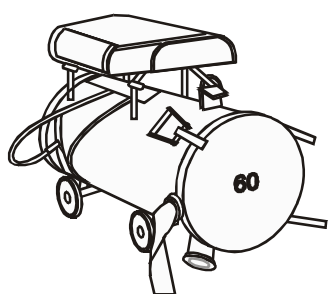
Выброс огнетушащего состава в огнетушителе ОПШ-10 осуществляется под давлением сжатого воздуха. В огнетушителе ОПШ-10Г в качестве побудителя расхода используется газогенерирующий



заряд, при сгорании которого образуется рабочий газ. Помимо непосредственного воздействия на очаг пожара ручные порошковые огнетушители при определенных условиях и достаточном суммарном количестве в них огнегасительного порошка могут быть использованы для дистанционного объемного тушения пожара. Для этого порошок из огнетушителей выпускается в верхнюю часть выработки в направлении движения воздуха обычно в два приема с интервалом 10-15 с. Объемная огнетушащая концентрация порошка в среднем равна $0,1 \text{ кг/м}^3$, поэтому для ее

обеспечения должно применяться одновременно несколько огнетушителей. Их число зависит от сечения выработки и скорости воздуха и в основном для первой очереди не превышает 15, для второй - 10 огнетушителей.

Газовые ручные огнетушители типа ОУ-5 и ОУ-10 на основе диоксида углерода предназначены для тушения загораний твердых материалов органического происхождения, горючих жидкостей, газов и электрооборудования, однако ввиду крайне низкой огнетушащей эффективности и относительно большой массы в угольных шахтах практически не применяются.



В передвижном огнетушителе порошковом шахтном ОПШ-100 (рис. 1.10) всучивание и выброс порошка из емкости осуществляется сжатым воздухом в напорный рукав, конце которого имеется пистолет, управляемый вручную.

Рисунок 3.10 – Огнетушитель порошковый шахтный ОПШ-100

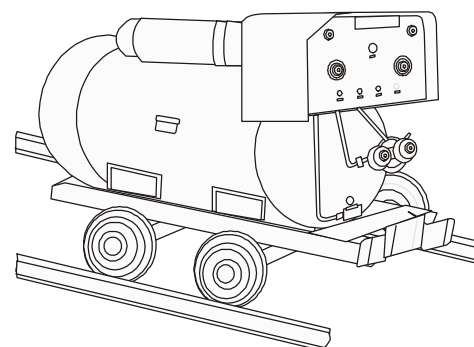
Для комбинированного тушения пожаров классов А, Б, С и электрооборудования под напряжением до 1140 В предназначены порошково-пенные огнетушители ранцевый ОППР и возимый ОПП-50. Огнетушитель ОПП-50 состоит из двух 25-литровых сосудов для огнетушащего порошка и раствора пенообразователя, двух баллонов вместимостью по 2 л со сжатым воздухом, редуктора, двух рукавов для подачи огнетушащих веществ к сдвоенному пистолету. Принцип работы ранцевого огнетушителя ОППР аналогичен огнетушителю ОПП-50: сжатый газ из баллона высокого давления поступает в сосуд с порошком и раствором пенообразователя, затем по гибким рукавам к пистолету-пеногенератору и порошковому пистолету, обеспечивающим как непрерывную, так и прерывистую работу огнетушителя.

Для тушения развитых пожаров применяют различного рода мобильные установки.

Порошковые установки УП-250, УП-500 и УПШ-1000 (рис. 1.11)

Рисунок 3.11 - Установка порошкового пожаротушения шахтная УПШ-1000

предназначены для тушения пожаров в ранней стадии развития в выработках с рельсовой колеей шириной 600 или 900 мм. Установки классифицируются по массе заряда соответственно 250, 500 и 1000 кг и времени непрерывного действия 60, 120 и 180 с. Всучивание и выброс порошка из емкости осуществляются сжатым воздухом по напорному рукаву



порциями через ручной пистолет. Установки обеспечивают тушение крепи горячей горной выработки на площади соответственно 150, 250 и 400 м² или 5, 25 и 40 погонных метров выработки сечением до 10 м² и могут также использоваться для объемного дистанционного тушения пожара с созданием облака из порошка с концентрацией 70-150 г/м³ в проходящем воздухе.

Установка «Вихрь» обеспечивает подачу в поток воздуха не менее 2,5 кг/с порошка, а по вентиляционным трубам диаметром 500-600 мм - 1,0-1,2 кг/с. Дальность подачи определяется площадью сечения выработки и скоростью струи воздуха. Так при площади сечения 6 м² и скорости воздуха 1,5 м/с порошок П-2АП можно подать на расстояние 28 м, при 2 м/с на 33 м, а при 8 м² соответственно на 17,5 и 24 м. В выработках с площадью сечения более 8 м² применяют две установки. При площади сечения 10 м² и скорости воздуха 2 м/с дальность подачи двумя установками 35,5 м, а при 2,5 м/с - 43 м. При обрушениях в горной выработке, большой ее загроможденности подачу порошка установкой «Вихрь» осуществляют по вентиляционным трубам.

В установке «Вихрь» устройство смесителя оказывает значительное сопротивление вентилятору, что вызывает уменьшение дальности подачи. Этот конструктивный недостаток устранен в малогабаритном устройстве «Вихрь-Т», используемым, в основном, для подачи порошка при тушении пожара в тупиковых выработках протяженностью до 450 м в вентиляционный поток, создаваемый вентилятором ВМЦ-8 или СВМ-6М (ВМ-6). Эффективная дальность подачи субтонкодисперсного порошка П-4АП (5-10 мкм) вентилятором ВМЦ-8 достигает 700 м, а вентилятором СВМ-6М - 400 м.

Ко второй группе шахтных мобильных средств пожаротушения относятся пеногенераторные установки типа ПШ, УПВШ и «Вьюга».

Пеногенераторная установка УПВШ предназначена для дистанционного тушения подземных пожаров пеной в горизонтальных и наклонных выработках. Установка состоит из пеногенератора с коллектором и распылителем, двух вентиляторов типа СВМ-6М, размещенных на платформе шахтной вагонетки. В комплект установки в качестве необходимого технологического элемента входит самоуплотняющаяся надувная перемычка.

Высокопроизводительная пеногенераторная установка «Вьюга» предназначена для дистанционного тушения развитых подземных пожаров в стволах, шурфах и выработках околоствольного ствола, непосредственно с поверхности шахты. В комплект установки входит прицеп, на котором смонтированы все узлы и агрегаты установки (рис. 3.12) и пожарная цистерна типа АЦ-40.

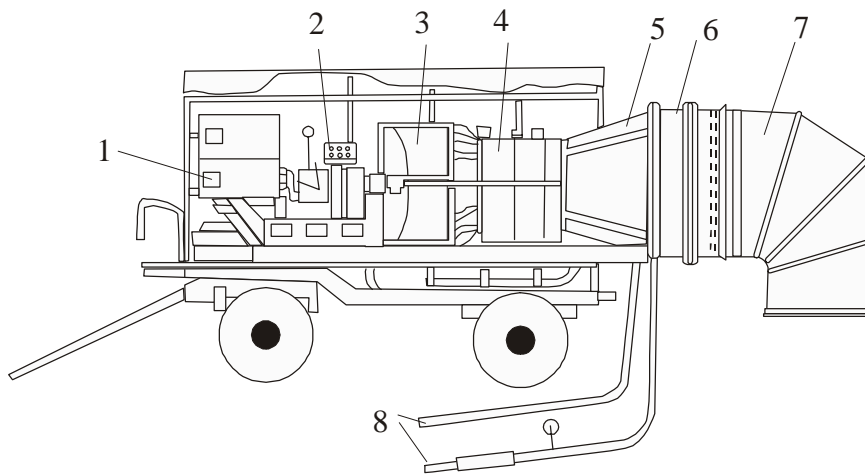


Рисунок 3.12 - Установка высокопроизводительная «Вьюга»

1 – двигатель внутреннего сгорания ЗИЛ-130; 2- щит управления; 3 – пеногенераторная установка; 4 – вентилятор; 5 – пеногенератор; 6 коллектор; 7 – выкидной

Шахтная пеногенераторная установка типа ПШ, предназначена для тушения пожаров воздушно-механической пеной, подаваемой по горным выработкам или вентиляционным трубам к очагу пожара. Установка состоит из пеногенератора,

вентиляционных труб и системы подачи раствора пенообразователя и может работать как в эжекционном режиме, так и с принудительной подачей воздуха вентилятором местного проветривания.

Устройство порошкового пожаротушения «Вихрь» применяется для дистанционного объемного тушения и локализации пожаров в горизонтальных и наклонных выработках, проветриваемых за счет общешахтной депрессии или вентиляторами местного проветривания. Установка состоит из бункера с крышкой, перфорированной трубы, конфузора и диффузора. Работает установка в комплекте с электрическим или пневматическим вентилятором местного проветривания, обеспечивающим расход воздуха 180 - 400 м³/мин.

Тактические возможности установок типа ПШ и «Вихрь» значительно выше, чем у громоздких и тяжелых установок типа УПВШ и УПШ-1000. Они могут оперативно доставляться в шахту и в кратчайшие сроки вводиться в действие. Недостатком установок является низкая производительность и недостаточная дальность подачи огнетушащих веществ.

Указанных недостатков лишена мобильная порошково-пенная высоконапорная установка «Буря», предназначенная для дистанционного комбинированного тушения порошком и пеной развившихся пожаров в горизонтальных, наклонных и вертикальных выработках, проветриваемых за счет общешахтной депрессии, в тупиковых горных выработках, проветриваемых вентиляторами местного проветривания, а также для безопасности тушения пожаров путем локализации взрывов метановоздушных смесей с помощью воздушно-механической пены.

Установка состоит из высоконапорного вентилятора типа ВМЦ-8, устройства для приема и регулирования расхода огнетушащего порошка П-2АП и сетчатого пеногенератора и размещается на раме вагонетки УВГ-3,3.

Длительное время в практике тушения пожаров применяют переносные пеногенераторы ГПС-600 или ГПС-2000 для выработки воздушно-механической пены средней кратности (рис. 3.13) и бессеточное устройство УИП для выработки инертной пены (рис. 3.14).

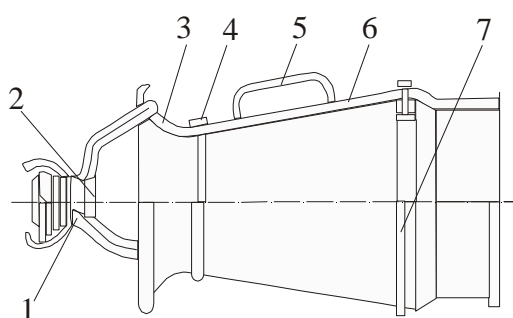


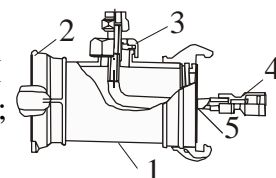
Рисунок 3.13 - Пеногенератор типа ГПС

1 - пожарная гайка; 2 - распылительная форсунка; 3 - конфузор; 4 - горловина; 5 - ручка; 6 - диффузор; 7 - пакет сеток

Отличительной особенностью этих средств пожаротушения является их малая масса до 5 кг и малые габариты соответственно

Рисунок 3.14 - Устройство УИП

1 - патрубок; 2 - пожарная гайка; 3 - уплотняющий узел; 4 - распылитель; 5 - подводящая трубка



720x320x320 мм и 200x75x75 мм.

Инертная пена с помощью устройства УИП получается при использовании газообразного и жидкого азота. Доставка жидкого азота в шахту производится в криогенных емкостях ЦТК 1,0/0,25 и ЦТА 1,0/1,6, установленных на платформе вагонетки ВГ-3,3. Возможна также подача инертной пены с поверхности по скважинам с использованием автомобильных газификационных установок АГУ-2М и АГУ-8К или передвижного шахтного газификатора ПКХКА-0,1-0,9/1,6.

Дистанционная подача воздушно-механической пены за счет депрессии в горизонтальных и наклонных выработках при нисходящем проветривании может осуществляться с помощью пеногенераторной перемычки ПГП-8, на которую с помощью ствола типа РС-П набрасывается водный раствор пенообразователя. При подаче пены 200-300 м³/мин в зависимости от скорости воздуха по выработке пена распространяется на расстояние 105-200 м.

Для объемной инертизации атмосферы аварийных участков парогазовой смесью применяются газогенераторы ГИГ-4 или ГИГ-1500 (рис. 3.15), а для подачи парогазовой смеси по протяженным трубопроводам и скважинам, например, в выработанные пространства, в тупиковые выработки, в труднодоступные локальные зоны развития пожара - высоконапорный газогенератор МГТ-20.

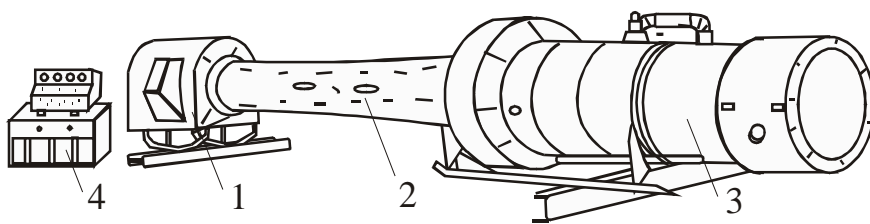


Рисунок 3.15 - Генератор инертных газов ГИГ-1500

Парогазовая смесь в генераторах инертных газов типа ГИГ получается в результате сгорания

авиационного керосина в турбореактивном двигателе 1 с последующим «дожиганием» кислорода выхлопных газов в камере дожигания 2 и охлаждением их мелкораспыленной водой в камере охлаждения 3. Охлажденная до 80 °С и обескислороженная до 2-3% парогазовая смесь обычно подается к очагу пожара или в забой тупиковой выработки по вентиляционному трубопроводу непосредственно через ВМП, проветривающий аварийную выработку. Управление работой газогенератором осуществляется дистанционно при помощи пульта 4, имеющего систему блокировки. Генератор выполнен из отдельных быстро разборных секций длиной до 2 м и массой до 200 кг.

В конструкции ГИГ-1500 предусмотрена возможность получения инертной пены для охлаждения вмещающих пород горных выработок.

Диоксид углерода применяют при тушении пожаров способом изоляции с инертзацией среды при небольших объемах изолируемых выработок и перепаде высот между выработкой с поступающей струей и очагом пожара менее 20 м. Из-за превышения в 1,5 раза плотности диоксида углерода по отношению к воздуху он плохо перемешивается с пожарными газами, что не исключает возможности образования слоевых скоплений взрывоопасных газов. Кроме того, он растворяется в воде и поглощается углем и породами. Для подачи диоксида углерода применяется установка «Иней». Как правило, диоксид углерода подают по трубопроводу, проложенному по выработке до зоны развития пожара, или за изолирующую перемычку.

Инертизация азотом обычно осуществляется при больших объемах изолированного пространства и при протяженности выработок от места возведения перемычек до очага пожара более 500-700 м. Азот хорошо перемешивается с воздухом, плохо растворяется в воде и слабо сорбируется породами и углем, но в больших объемах, чем диоксид углерода, выносится с утечками воздуха из изолируемого пространства. Азот может подаваться на изолируемый аварийный участок по скважинам и трубопроводам с поверхности с использованием автомобильных газификационных установок АГУ-2М и АГУ-8К или из горных выработок с использованием шахтного газификатора ПКХКА-0,1-0,9/1,6 или транспортных криогенных емкостей ЦТК 1,0/0,25 и ЦТА 1,0/1,6.

Для тушения пожаров в надшахтных зданиях, на лесных складах, в котельных и других объектах применяется пожарный автомобиль порошкового тушения АПК на шасси ГАЗ-66. Он обеспечивает подачу 3-4 кг/с пожаротушащего порошка на расстояние до 70 м и высоту до 35 м.

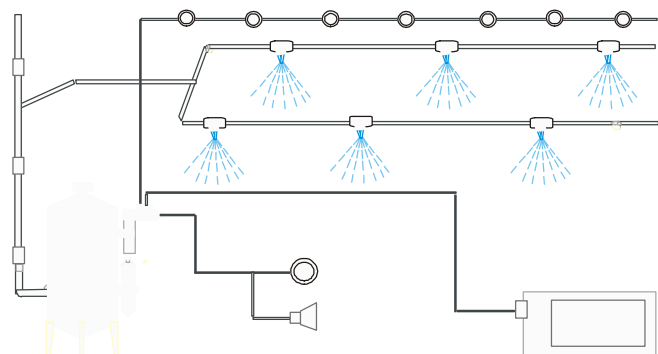
Радикальным направлением повышения пожарной защиты шахты является применение автоматических установок и систем пожаротушения.

Шахтные автоматические установки и системы противопожарной защиты классифицируются по назначению, уровню автоматизации, источнику питания, инерционности срабатывания, конструктивному исполнению, виду огнетушащего состава, времени действия и принципу запуска.

В состав шахтных автоматических установок пожаротушения обычно входят: емкость для хранения огнетушащего заряда, источник питания, система запуска установки, собственный источник сжатого воздуха (газа) или устройство подключения установки к шахтной пневмосети (пожарно-оросительному трубопроводу), система магистральных и распределительных трубопроводов, тепловые датчики.

Автоматические системы пожаротушения по сравнению с установками дополнительно имеют в своем составе контрольно-измерительные и пусковые приборы-станции, осуществляющие логический анализ информации, поступающей от датчиков, самоконтроль системы и запуск установок в случае возникновения пожара.

Кроме ранее рассмотренных автоматических установок водяного пожаротушения УВЗ-2, УВПК (УВПК-Б), УВПС (УВПС-1) и АПУ-500 для защиты ленточных конвейеров применяется автоматическая порошково-пенная установка УПП-2, а для защиты объектов поверхностного комплекса, шахтных понизительных подстанций, трансформаторов, зарядных камер и электровозных гаражей и др. - автоматические порошковые установки «Буран», «Север» и порошково-аэрозольные автоматические установки повышенной огнетушащей способности АУПП-1 и АУПП-2, входящие в состав автоматических систем пожаротушения САП-1 и САП-2).



Типичная структурная схема шахтной системы порошкового пожаротушения типа САП представлена на рисунке 3.16.

Системы типа САП состоят из станций пожарной сигнализации

типа СЦ, соединенных шлейфами с пожарными извещателями ИП-105 (или другими), автоматических установок типа АУПП с блоками запуска и распределительного трубопровода с распылителями. Система САП работает следующим образом. При пожаре в защищаемой зоне срабатывает ближайший к источнику возгорания пожарный извещатель, электрический сигнал от которого поступает на станцию пожарной сигнализации, включающую световой и звуковой сигналы тревоги и производящую логическую оценку поступившего импульса, определяя его величину и характер происхождения. При этом станция проверяет целостность шлейфов, соединяющих между собой пожарные извещатели, наличие в их цепи тока короткого замыкания, работоспособность пожарных извещателей и «высвечивает» результаты диагностики на контрольной панели. В случае срабатывания второго пожарного извещателя станция вырабатывает электрический управляющий сигнал для запуска установок пожаротушения.

Основным видом изолирующих сооружений при тушении развитых пожаров являются перемычки, которые по назначению и сроку службы разделяются на перемычки временные и постоянные, взрывоустойчивые, водоупорные изолирующие, глухие и с проемами.

Временные перемычки применяют для быстрого сокращения объема воздуха, поступающего в пожарный участок. Наиболее распространенные виды временных перемычек: парашютные (применяются в выработках при скорости движения воздуха не менее 0,5 м/с и устанавливаются за 2-3 мин); щитовые (изготавливаются из досок внахлест с промазкой глиной, покрытием пенопластом, латексом); чураковые (возводятся в выработках с повышенным горным давлением); бетонитовые (возводятся вручную толщиной 1,0-1,5 бетонита); гипсовые (возводятся механизированно толщиной 0,8-1,2 м); пенопластовые (изготавливаются путем заполнения твердеющей пеной пространства между двумя ограждающими щитами).

Постоянные перемычки предназначены для изоляции выработок, вскрывающих пласты, опасные по самовозгоранию угля или пройденных по ним. Они возводятся из кирпича, бетонита, бетона или бетонита с заполнением пенопластом пространства между двумя перемычками.

Взрывоустойчивые перемычки возводятся из бетона или гипса толщиной от 1,0 до 4,5 м в местах, определяемых расчетом по снижению избыточного давления во фронте ударной волны до безопасного значения 0,006 МПа. На расстоянии 15-20 м от изоляционных в направлении очага пожара могут возводиться баррикадные перемычки из мешков с песком, глиной и т. п. или барьерные перемычки из обрушенных буровзрывным способом пород кровли. Применяются также и шпренгельные перемычки, состоящие из гасящей щелевой перемычки, устанавливаемой в боковых врубах, и изоляционной

перемычки, устанавливаемой в кольцевом (по периметру выработки) врубе.

Перемычки могут быть глухими или с проемами для прохода горноспасателей. Изолирующие перемычки с проемами обычно возводятся на поступающей и исходящей струе пожарного участка, которую в последнем случае при высокой температуре пожарных газов реверсируют.

При тушении пожаров подтоплением или опасности прорыва воды возводятся клинчатые или цилиндрические водонапорные перемычки.

Назначение водонапорные перемычки.

Для дистанционной подачи до 500 м гипсового вяжущего раствора и бетонных смесей при возведении безврубных взрывоустойчивых и изоляционных перемычек, а также заполнения куполов и пустот за крепью и в обрушенном массиве применяется комплекс «Темп-500». Для этих же целей, но только при подаче гипсового вяжущего раствора и на расстояния до 50 м предназначен агрегат «Монолит», для шахт с пневмоэнергией - агрегат «Пневмолит».

Контрольные вопросы

20. Какие основные признаки (показатели) положены в основу общей классификации средств пожаротушения?

21. Какое оборудование используется для подключения средств водяного пожаротушения к пожарным кранам на пожарно-оросительном трубопроводе?

22. Назначение и типы пожарных стволов.

23. Какие средства пожаротушения применяют для подачи воды и огнетушащего раствора в труднодоступные места?

24. Назначение и возможное применение винтового водоразбрызгивателя.

25. Какая автоматическая установка используется для создания водяных завес в вентиляционных штреках?

26. Какие автоматические установки пожаротушения используются на приводных станциях ленточных конвейеров?

27. Какие автоматические установки пожаротушения используются для локализации и тушения пожара на всем протяжении конвейерных выработок?

28. В каких случаях ленточные конвейера оборудуют автоматическими установками водяного пожаротушения АПУ-500?

29. В каких местах размещаются пожарные извещатели, площадь эффективного контроля одного извещателя?

30. Какое оборудование предназначено для оперативного подключения в любом месте пожарно-оросительного трубопровода?

31. По каким показателям классифицируют огнетушители?
32. Химические пенные огнетушители (основные типы, назначение и ограничения по применению, конструктивное исполнение, основные недостатки).
33. Порошковые ручные огнетушители (основные типы, назначение и недостатки по применению, конструктивное исполнение, возможность применения для дистанционного объемного тушения пожара).
35. Газовые ручные огнетушители (основные типы, назначение и недостатки).
36. Порошково-пенные огнетушители ОППР и ОПП-50 (назначение, конструктивное исполнение, принцип действия).
37. Порошковые установки УП-250, УП-500 и УПШ-1000 (назначение, классификация, конструктивное исполнение, возможность использования для объемного дистанционного тушения пожара).
38. Порошковые установки «Вихрь» и «Вихрь-Т» (назначение, отличие).
39. Пеногенераторная установка УПВШ (назначение, конструктивное исполнение).
40. Пеногенераторная установка «Вьюга» (назначение, конструктивное исполнение).
41. Пеногенераторная установка ПШ (назначение, конструктивное исполнение).
42. Порошково-пенная высоконапорная установка «Буря» (назначение, конструктивное исполнение).
43. Переносные пеногенераторы ГПС-600 или ГПС-2000 (назначение, отличительные особенности).
44. Бессеточное устройство УИП (назначение и принцип работы).
45. Пеногенераторная перемышка ППП-8 (назначение, технология применения, основные характеристики).
46. Газогенераторы ГИГ-4, ГИГ-1500 и высоконапорный газогенератор МГТ-20 (назначение, конструктивное исполнение и принцип работы).
47. Инертизация среды диоксидом углерода (область применения, оборудование и технология).
48. Инертизация среды азотом (область применения, технология и оборудование).
49. Пожарный автомобиль порошкового тушения АПК (назначение и основные параметры пожаротушения).
50. В чем заключается отличие между автоматическими системами пожаротушения по сравнению с шахтными автоматическими установками пожаротушения?
51. Автоматическая порошково-пенная установка УПП-2 (назначение).

52. Автоматические порошковые установки «Буран», «Север» и порошково-аэрозольные установки АУПП-1 и АУПП-2 (назначение и область применения).

53. Шахтная система порошкового пожаротушения типа САП (структурная схема, состав, принцип работы).

54. Как классифицируются изолирующие сооружения?

55. Назначение и виды временных перемычек.

56. Назначение и исполнение постоянных перемычек.

57. Исполнение взрывоустойчивых перемычек.

58. Назначение и область применения изолирующих перемычек с проемами.

59. Основное оборудование, используемое для возведения безврубных взрывоустойчивых изоляционных перемычек.

4. ПАРАМЕТРЫ ПОДЗЕМНОГО ПОЖАРНО-ОРОСИТЕЛЬНОГО ТРУБОПРОВОДА

4.1 Общие положения по устройству пожарно-оросительного трубопровода

Вода является одним из самых эффективных средств пожаротушения, что определяется ее малой стоимостью и высокими огнегасительными свойствами, поэтому в противопожарных мероприятиях водоснабжение занимает основное место.

Система пожарного водоснабжения шахты складывается из наружных сетей, расположенных на промплощадке, внутренних сетей в зданиях и сооружениях и сети пожарно-оросительного трубопровода в горных выработках.

Подача воды в шахту осуществляется не менее чем по двум самотечным трубопроводам - рабочему и резервному, для вновь строящихся (реконструируемых) шахт - проложенным по разным вертикальным или наклонным выработкам. В качестве резервных трубопроводов могут быть использованы водоотливные трубопроводы. Подача воды на каждый рабочий горизонт, вскрываемый более чем одной выработкой, осуществляется по двум проложенным в разных выработках трубопроводам, которые должны быть закольцованы между собой на рабочем горизонте.

Сеть подземного пожарно-оросительного трубопровода состоит из двух магистральных и участковых линий. Магистральные линии прокладываются в вертикальных и наклонных стволах, скважинах, штольнях, околоствольных дворах, главных групповых откаточных штреках и квершлагах, уклонах и бремсбергах. Участковые линии прокладываются по наклонным стволам, уклонам, бремсбергам и ходкам

при них (кроме наклонных выработок, по которым проложены магистральные трубопроводы), по откаточным (сборным), конвейерным, вентиляционным (бортовым) и ярусным (промежуточным) штрекам.

Параметры магистрального трубопровода, проложенного по стволу и выработкам околоствольного двора к квершлагу до точки разветвления трубопровода в главные выработки, по которым производится откатка угля с обоеих крыльев шахты, рассчитываются по суммарному расходу воды, необходимой на устройство автоматической пожарной водяной завесы для предотвращения распространения пожара, на непосредственное тушение пожара цельной струей из одного пожарного ствола с диаметром насадки 19 мм (расход воды на один ствол - $0,0083 \text{ м}^3/\text{с}$ ($30 \text{ м}^3/\text{ч}$) и на половину расчетного расхода воды на технологические нужды шахты.

Параметры магистрального трубопровода, проложенного по коренным и групповым откаточным штрекам, уклонам и бремсбергам, рассчитываются только по суммарному расходу воды, необходимому на устройство пожарной водяной завесы, и на непосредственное тушение пожара цельной струей из одного пожарного ствола (без учета расхода воды на технологические нужды). При этом общий расход воды на пожаротушение, независимо от расчета, должен быть не менее $0,022 \text{ м}^3/\text{с}$ ($80 \text{ м}^3/\text{ч}$).

Параметры участкового пожарного трубопровода рассчитываются только по расходу воды, необходимому на устройство пожарных водяных завес, причем этот расход должен быть не менее $0,014 \text{ м}^3/\text{с}$ ($50 \text{ м}^3/\text{ч}$).

Для выработок, оборудованных ленточными конвейерами, параметры пожарно-оросительного трубопровода рассчитываются по суммарному расходу воды на непосредственное тушение пожара цельной струей из одного пожарного ствола с диаметром насадки 19 мм и устройство пожарной водяной завесы (общий расход воды на пожаротушение должен быть не менее $0,028 \text{ м}^3/\text{с}$ ($100 \text{ м}^3/\text{ч}$)).

Необходимый расход воды на устройство водяной завесы в горных выработках, закрепленных негорючей или трудногорючей крепью принимается равным $50 \text{ м}^3/\text{ч}$, закрепленных деревянной крепью - определяется с учетом поперечного сечения выработки и скорости вентиляционной струи.

Давление воды в магистральном трубопроводе, расположенном в вертикальном стволе, может достигать 12-15 МПа ($120\text{-}150 \text{ кгс}/\text{см}^2$). В трубопроводе, проложенном по выработкам околоствольного двора, квершлагам, главным и групповым откаточным штрекам, уклонам и бремсбергам давление воды допускается до 3,0 МПа ($30 \text{ кгс}/\text{см}^2$) при условии его снижения (повышения) в местах отбора (установки

пожарных кранов) до нормируемого давления воды на подземное пожаротушение 0,6-1,5 МПа (6-15 кгс/см²)

При глубинах разработки, приводящих к возникновению давлений свыше 1,5 МПа (15 кгс/см²), и отсутствии средств снижения давления в точках отбора воды, а при давлениях свыше 3,0 МПа (30 кгс/см²) в любом случае применяется схема подачи воды с однократным, двухкратным и т. д. редуцированием давления. Редукционный узел состоит из двух параллельных ветвей, каждая из которых состоит из входной задвижки, гидравлического редуктора (чаще всего применяется редукционный клапан гидравлический двухступенчатый РКГД) и выходного запорного вентиля, что позволяет производить ремонт каждого редуктора без отключения трубопровода.

При необходимости повышения давления воды в восстающих выработках бремсберговой части шахтного поля следует предусматривать сооружение повысительных насосных станций.

По требуемому расходу определяют внутренние диаметры трубопроводов и расстояния между редукционными узлами или насосными станциями. Независимо от расчета на пропускную способность диаметры магистральных трубопроводов принимаются не менее 150 мм, а диаметры участков трубопроводов и магистральных для шахт крутого падения (кроме вертикальных стволов) - не менее 100 мм.

Пожарно-оросительный трубопровод оборудуется пожарными кранами с однотипными пожарными гайками с условным диаметром не менее 70 мм (гайки Богданова).

Пожарные краны размещают: в выработках с ленточными конвейерами - через 50 м и дополнительно по обе стороны приводной станции конвейера на расстоянии 10 м от нее; на расстоянии 10 м по обе стороны камер с горючими материалами; у каждого ходка в склад взрывчатых материалов по обе стороны на расстоянии 10 м.

Рядом с пожарными кранами устанавливаются специальные ящики, в которых хранятся ствол со спрыском диаметром 19 мм и пожарный рукав длиной 20 м.

Пожарные краны устанавливают также у пересечений и ответвлений подземных выработок; в горизонтальных выработках, не имеющих пересечений и ответвлений, - через 200 м; в наклонных выработках, не имеющих пересечений и ответвлений, - через 100 м; в околоствольных дворах, где нет камер, - через 100 м; с каждой стороны ствола (в том числе слепого) у сопряжения его с околоствольным двором (на приемной площадке); у погрузочных пунктов лав со стороны свежей струи воздуха и на вентиляционном (бортовом) штреке (ходке) не далее 20 м от выхода из очистной выработки; в тупиковых выработках проектной длиной 500

и более метров - через 50 м, при меньшей длине - через 100 м, а также в устье и на конце трубопровода, у забоя.

Установка пожарных кранов на подающих трубопроводах в вертикальных стволах не допускается.

Концы участковых пожарно-оросительных трубопроводов должны отстоять от забоев подготовительных и очистных выработок не более чем на 40 м, а пожарные краны в конце трубопровода и устье подготовительной выработки должны быть оснащены двумя рукавами длиной по 20 м и пожарным стволом.

На всех ответвлениях пожарно-оросительного трубопровода и через каждые 400 м устанавливаются задвижки типа «Лудло». Пожарно-оросительный трубопровод окрашивается для опознания в красный цвет или в виде полосы или колец по всей длине трубопровода.

Отключение отдельных участков пожарно-оросительного трубопровода осуществляется с письменного разрешения директора шахты, о чем ставится в известность горный диспетчер.

4.2 Указания по выполнению расчета параметров подземного пожарно-оросительного трубопровода

При расчете параметров пожарно-оросительного трубопровода определяют расходы воды по магистральным и участковым трубопроводам, их диаметры и расстояния между местами оборудования редуцированных узлов и насосами повысителями давления воды.

Расчет параметров приводится с использованием исходных данных, приведенных в приложении А. Варианты исходных данных выдаются преподавателем.

Расчет подземного пожарно-оросительного трубопровода рекомендуется производить в следующем порядке.

1. Определить расход воды по отдельным трубопроводам, в частности:

а) по участковым трубопроводам – из условия создания одной водяной завесы, но не менее $50 \text{ м}^2/\text{ч}$, т.е.

$$Q_{\text{уч.}} = Q_{\text{завесы}} \geq 50 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Нормы расхода воды на противопожарную завесу в горных выработках, закрепленных негорючей или трудногорючей крепью принимается $50 \text{ м}^3/\text{ч}$, закрепленных деревянной крепью - определяется с учетом поперечного сечения выработки и скорости вентиляционной струи по таблице:

Скорость движения воздуха, м/с	1	2	3	4
--------------------------------	---	---	---	---

Расход воды на 1 м ² поперечного сечения, м ³ /с (м ³ /ч)	0.0014 (5,0)	0,0015 (5,5)	0,0017 (6,3)	0,002 (7.1)
--	-----------------	-----------------	-----------------	-------------

б) по магистральным трубопроводам, проложенным по коренным и групповым откаточным штрекам, уклонам и бремсбергам из условия создания одной водяной завесы и непосредственного тушения пожара цельной струей из одного пожарного ствола, но не менее 80 м³/ч, то есть

$$Q_{1м} = Q_{завесы} + Q_{ствола}$$

$$Q_{1м} \geq 80 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

Расход воды на один пожарный ствол равен 30 м³/ч.

в) по магистральным трубопроводам, проложенным по стволу, выработкам околоствольного двора и квершлагам до точки разветвления трубопровода в главные выработки, по которым производится откатка угля с обоих крыльев шахты – из условия создания одной водяной завесы, расхода одним пожарным стволом и половины расхода на технологические нужды, то есть

$$Q_{2м} = Q_{завесы} + Q_{ствола} + 0,5 Q_{технол.}$$

Расход воды на технологические нужды (на пылеподавление) определяется по следующим формулам:

для уточненных расчетов

$$Q_{сут} = < \sum_{ес} N_{тн}, \text{ м}^3/\text{сут}$$

$$Q_{ч} = < \sum_{уч} N_{п}, \text{ м}^3/\text{ч.}$$

для укрепленных расчетов

$$Q = k \sum q_n V, \text{ м}^3/\text{сут},$$

где $q_{ч}$ - расход воды по однотипным потребителям, м³/ч;

t - среднее время работы потребителей, в часах за сутки;

N - количество однотипных потребителей воды, шт;

k - коэффициент на неучтенные расходы и потери воды, принимаемый 10 % учтенного расхода;

q_n - удельный расход воды на соответствующий объем работ (принимается по табл.2.1);

n - коэффициент одновременной работы однотипных потребителей (принимается по табл.);

V - объем работ, выполняемых за сутки по отдельным производственным процессам.

2. По заданному расходу воды определяется внутренний диаметр трубопроводов

$$D_{\text{вн}} = 0,0188 \sqrt{\frac{Q_{\text{ч}}}{V_{\text{с}}}}, \text{ мм},$$

где $Q_{\text{ч}}$ расход воды по трубопроводу на данном участке, м³/ч;

$V_{\text{с}}$ – скорость воды в данном трубопроводе ($V_{\text{с}} = 2$ м/с).

Независимо от результатов расчета внутренний диаметр трубопровода принимается не менее 100 мм.

3. По заданному расходу и принятому внутреннему диаметру определяется расстояние между насосными станциями или редуцирующими устройствами

$$L = \frac{H_{\text{нач}} - H_{\text{кон}}}{K_{\text{м}} A Q^2 \pm \sin \alpha}, \text{ м},$$

где $H_{\text{нач}}$, $H_{\text{кон}}$ соответственно напор в начале и в конце данного участка трубопровода ($H_{\text{кон}}$ принимается равным 60 м, $H_{\text{нач}}$ - равным 150 м);

$K_{\text{м}}$ – коэффициент, учитывающий потери напора на местные сопротивления, который для трубопроводов в горных выработках принимается равным 1,1;

L – длина участка трубопровода, м;

A – удельное сопротивление трубопровода (принимается согласно табл. 2.3);

α - угол наклона участков выработок, град.

Необходимый напор в исходной точке магистрального или участкового трубопровода определяется выражением

$$H_{\text{нач}} = \sum L(K_{\text{м}} A Q^2 \pm \sin \alpha) + H_{\text{кон}}, \text{ м}.$$

В том случае, когда расчетный напор не отвечает нормативным требованиям, следует предусматривать сооружение повысительных насосных станций, понизительных устройств или изменить диаметр трубопровода.

Таблица 4.1 – Расход воды отдельными потребителями

Потребитель воды	Ориентировочный расход одним потребителем, л/с	Удельный расход, q_n	Продолжительность
2	3	4	5
1.Орошение при работе	0,75	20- 25 л/т	в процессе отбойки

выемочных комбайнов на антрацитовых пластах			
2.Орошение при работе выемочных комбайнов на пластах каменных углей мощностью 0,7 м	0,7	15 – 20 л/т	то же
3.То же мощностью на пластах 0,7 + 1,5 м	1,0	28 – 40 л/т	- // -
4.То же на пластах, мощностью более 1,5 м	1,2	30 – 40 л/т	- // -
5.Орошение при работе врубовых и врубонавалочных машин	0,5	70 – 90 л на 1 м ³ вруба	- // -
6.Орошение при ручной отбойке и погрузке угля в очистном забое на пологом пласте	0,08	25 – 30 л/т	В процессе отбойки и погрузки угля
7.Орошение при работе отбойных молотков на пластах мощностью до 0,7 м	0,05	15 – 20 л/т	В процессе отбойки
8.То же, на пластах мощностью более 0,7 м	0,08	20 – 30 л/т	То же
9.Орошение при отбойке и погрузке угля в нишах нарезных выработок, просеках и других выработках	0,08	25 – 30 л/т	В процессе отбойки и погрузки
10.Орошение проходческого забоя перед взрыванием	0,17	60 – 75 л/м	
11.Орошение для погрузки угля из металлических люков	0,2	5 – 10 л/т	В процессе погрузки угля
12.Орошение при погрузке угля из деревянных люков по крутым пластам	0,08	5 – 25 л/т	- // -
13.Орошение при погрузке угля с конвейера на конвейер	0,05	5 – 15 л/т	То же
14.Орошение при погрузке угля с конвейера в вагонетки	0,085	5 – 30 л/т	То же
15.Орошение при работе нарезных комбайнов на пластах мощностью 0,7 + 1,5 м	0,75	15 – 20 л/т	В процессе подрубки угля
16.Орошение при работе проходческих комбайнов	0,5	30 – 60 л/т	При проходке
17.Промывка шпуров при работе бурильных молотков	0,08	36 л. на 1 п.м. шпура	В процессе бурения
18.Промывка шпуров при	0,05	5-10 л на 1	То же

бурении ручными сверлами		п.м.шпура	
19.Промывка шпуров при бурении колонковыми сверлами	0,08	20 – 30 л на 1 п.м.шпура	- // -
20.Орошение устья шпура при бурении ручными сверлами	0,25	10 – 15 л	- // -
21.Промывка при бурении скважин диаметром до 100 м	1,0	40 – 60 л на 1 п.м. скважины	- // -
22.Орошение при погрузке угля и породы в вагонетки в забое подготовительной выработки	0,1	40 – 50 л/м ³	В процессе бурения
23.Увлажнение закладочного материала	1,2	40 – 70 л/м ³	То же
24.Предварительное увлажнение угля в массиве	0,09	15 – 30 л/т добычи	- // -

Таблица 4.2 – Коэффициент одновременности работы потребителей

Потребители	Коэффициент одновременности работы при числе потребителей				
	2-3	3-5	5-10	10-20	св.20
Выемочные механизмы	1,0	0,85	0,75	0,6	0,5
Управляемые форсунки	0,9	0,7	0,65	0,5	0,4
Бурильные молотки и электросверла	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6
Высоконапорные установки для нагнетания воды в пласт	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6
Постоянно действующие водяные завесы	1,0	1,0	1,0	-	-
Водяные завесы и оросители для пылеподавления при взрывных работах	1,0	1,0	0,95	-	-
Погрузочно-перегрузочные пункты	1,0	0,85	0,8	0,65	0,55+

Таблица 4.3 – Удельное сопротивление для стальных труб

Внутренний диаметр труб, м	0,1	0,125	0,15
Внутреннее сопротивление	0,0000208	0,0000067	0,00000266

4. Привести схему разведки участкового трубопровода и примыкающего магистрального трубопровода, проложенного по

коренному штреку, уклону и бремсбергу с указанием расположения пожарных кранов, задвижек и насосов – повысителей или гидроредукторов

4.2.1. Расчет параметров выпуска вентиляционным и откаточным горизонтами (штреками), м:

Исходные данные для расчета:

ΔH – перепад высот между вентиляционным и откаточным горизонтами (штреками), м:

L_1 – длина откаточного штрека, м;

$L_{л}$ – длина лавы, м;

L_2 – длина вентиляционного штрека, м;

S – среднее сечение выработок вчерне, м²;

q_v – интенсивность утечек воздуха через изолируемый пожарный участок в период выпуска углекислого газа, м³/с (определяется согласно прил. 23 «Устава ВГСЧ по организации и ведению горноспасательных работ»), м³/с;

k – коэффициент учета снижения скорости потока по длине выработки, определяемый в зависимости от мощности пласта по табл. 4.1.;

t – время образования на участке взрывоопасного содержания горючих газов, с (определяется согласно прил. 22 «Устава ВГСЧ по организации и ведению горноспасательных работ»).

Таблица 4.1

Значения коэффициента k в зависимости от мощности пласта

$m, м$	0,5	1,0	1,5	2
k	0,83	0,77	0,7	0,5

Порядок расчета интенсивности выпуска углекислого газа со стороны откаточного горизонта (с поступающей в пожарный участок вентиляционной струи, $\Delta H < 20$ м) следующий:

- определяется длина выработок L (м) в изолированном пожарном участке, заполняемых углекислым газом:

$$L = L_1 + L_n + L_2; \quad (4.1)$$

- находится продолжительность T (с) заполнения выработок углекислым газом

$$T = \frac{500 + L}{0,0003 \cdot S \cdot L + 0,53 \cdot q_v} \cdot \frac{S}{k} \quad (4.2)$$

если $T > t$, то принимается $T = t$;

- вычисляется интенсивность q ($\text{м}^3/\text{с}$) выпуска углекислого газа

$$q = \frac{500 + L}{T} \cdot \frac{S}{k} \quad (4.3)$$

Порядок расчета интенсивности одновременного выпуска углекислого газа со стороны откаточного и вентиляционного горизонта ($\Delta H > 20$ м) следующий:

- определяется время T (с) заполнения углекислым газом откаточного и вентиляционного штреков по формулам

$$T = \begin{cases} \frac{520 L_1}{0,0003 S \cdot (L_1 + 20) + 0,53 \cdot q_v} \cdot \frac{S}{k} & \text{для откаточного штрека (4.4)} \\ \frac{60 + L_2 + L_n}{0,0003 S \cdot (L_2 \cdot L_n - 20) + 0,33 \cdot q_v} \cdot S & \text{для вентиляционного штрека (4.5)} \end{cases}$$

если $T > t$, то принимается $T = t$;

вычисляется интенсивность выпуска углекислого газа со стороны откаточного и со стороны вентиляционного штреков по формулам

$$q = \begin{cases} \frac{520 + L_1 \cdot S}{T \cdot k} & \text{для откаточного штрека;} \quad (4.6) \\ \frac{60 + L_2 + L_{л.}}{T} \cdot S & \text{для вентиляционного штрека;} \quad (4.7) \end{cases}$$

Используя полученные значения q и T , можно рассчитать необходимое число баллонов N с углекислым газом, а также число коллекторов для установок следующим образом

$$N = 0,1 \cdot q \cdot T; \quad M = \frac{q}{0,14} \quad \text{для установки УВУ;} \quad (4.8)$$

$$N = \frac{1}{7} \cdot q \cdot T; \quad M = \frac{q}{30} \quad \text{для установки «Иней»} \quad (4.9)$$

Для установки «Иней» количество одновременно открываемых баллонов n равно

$$N = q / 0,05 \quad (4.10)$$

Время выпуска углекислого газа из партии одновременно открываемых баллонов принимается равным 4 мин.

Пример 1. Определить интенсивность выпуска углекислого газа и его количества для заполнения участка на пологом пласте, отрабатываемом по сплошной системе, при $q_{в} = 1 \text{ м}^3/\text{с}$; $L = 300 \text{ м}$; $S = 6 \text{ м}^2$; $m = 1 \text{ м}$; перепад высот между откаточным и вентиляционным горизонтом $\Delta H = 15 \text{ м}$; $t = 2 \text{ ч}$.

Решение: Так как ΔH меньше 20 м, то подачу углекислого газа производим со стороны поступающей вентиляционной струи.

Переходим к расчету.

Из табл. 4.1 находим: при $m = 1 \text{ м}$, $k = 0,77$. Тогда при $L = 300 \text{ м}$, $S = 6 \text{ м}^2$, $q_{в} = 1 \text{ м}^3/\text{с}$ в соответствии с выражением (4.2)

$$T = \frac{500+300}{0,0003 \cdot 6 \cdot 300 + 0,53 \cdot 1} \cdot \frac{6}{0,77} = 5826 \text{ с} = 1,6 \text{ ч}$$

По формуле (4.3) интенсивность выпуска равна

$$q = \frac{500+300}{5826} \cdot \frac{6}{0,77} = 1,07 \text{ м}^3 / \text{с}$$

Если применять установку УВУ, то на основании выражения (4.8) потребуется $0,1 \cdot 1,07 \cdot 5826 = 623,4 \approx 624$ баллона и $1,07 : 0,14 = 7,6 \approx 8$ коллекторов, которые должны обслуживать $8 : 2 = 4$ отделения ВГСЧ.

Пример 2: Определить интенсивность выпуска углекислого газа и его количества для заполнения участка крутого падения, если длина откаточного штрека 120 м, лавы 110 м и вентиляционного штрека 100 м. Ожидаемые утечки воздуха при закрытых проемах в перемычках $q_v = 0,3$ м³/с, среднее сечение выработок $S = 5$ м², мощность пласта $m = 1$ м, перепад высот $\Delta H = 80$ м, время накопления взрывоопасного содержания горючих газов $t = 10000$ с.

Решение: Так как ΔH больше 20 м, то подачу углекислого газа следует производить при закрытых проемах в перемычках одновременно со стороны поступающей и исходящей струй.

Определяем параметры по формулам (4.4) и (4.5):

$$T_{отк} = \frac{520+120}{0,0003 \cdot 5 \cdot (120+20) + 0,53 \cdot 0,3} \cdot \frac{5}{0,77} = 11262 \text{ с} \approx 3,1 \text{ ч}$$

$$T_{вент} = \frac{60+100+110}{0,0003 \cdot 5 \cdot (100+110-20) + 0,53 \cdot 0,3} \cdot 5 = 3040,5 \text{ с} \approx 0,84 \text{ ч}$$

где $T_{отк}$ и $T_{вент}$ – время заполнения углекислым газом соответственно откаточного и вентиляционного штреков.

Так как $t = 10000 \text{ с} = 2,8 \text{ ч} < T_{отк}$, то принимаем $T_{отк} = t = 10000 \text{ с}$.

Из табл. 4.1 находим $k = 0,77$, тогда интенсивность выпуска углекислого газа $q_{отк}$ и $q_{вент}$ соответственно для откаточного и вентиляционного штреков на основании формул (4.6) и (4.7) должна составлять

$$q_{отк} = \frac{520+120}{10000} \cdot \frac{5}{0,77} = 0,42 \text{ м}^3 / \text{с};$$

$$q_{вент} = \frac{60+100+100}{3040,5} \cdot 5 = 0,44 \text{ м}^3 / \text{с};$$

В случае применения установки «Иней» согласно формулам (4.8), (4.9) потребуется для выпуска углекислого газа со стороны откаточного штрека

$$N_{отк} = \frac{1}{7} \cdot 0,42 \cdot 10000 = 600 \text{ баллонов};$$

$$M_{отк} = \frac{0,42}{0,14} \approx 3 \text{ коллектора}$$

со стороны вентиляционного штрека:

$$N_{вент} = \frac{1}{7} \cdot 0,44 \cdot 10000 = 600 \text{ баллонов};$$

$$M_{вент} = \frac{0,44}{0,14} = 3,1 \approx 4 \text{ коллектора}$$

Количество одновременно открываемых баллонов на поступающей струе $n_{отк} = 0,42/0,05 = 8,4 \approx 9$, на исходящей $n_{вент} = 0,44/0,05 = 8,8 \approx 9$.

4.2.2. Расчет параметров выпуска углекислого газа в тупиковые выработки

При расчете параметров выпуска углекислого газа в горизонтальные и наклонные тупиковые выработки протяженностью до 300 м,

пройденные сверху вниз, учитываются условия повсеместного снижения кислорода до взрывобезопасного предела (менее 12%) за счет заполнения тупиковой выработки углекислым газом до содержания не менее 35%.

Исходные данные для расчета:

I_0, I_1 – абсолютное газовыделение в тупиковой выработке в 10...20 м соответственно от забоя и от устья, м³/мин;

S – средняя площадь поперечного сечения выработки, м²;

L – длина выработки от забоя до изолирующей перемычки, м²;

v – средняя скорость подвигания забоя за последние 5 месяцев, м/с;

H – высота выработки 10...20 м от забоя, м.

Порядок расчет следующий:

- определяется длина L_T (м) газоотдающей части тупиковой выработки по формуле (3.15);

- находится временной параметр A (мин) по формуле (3.16)

- определяется время t (мин) по номограмме (см. рис. 3.4);

- с помощью номограммы, представленной на рис. 4.5, по значениям L и t находится удельный дебит углекислого газа \bar{q}_t (на шкале времени из точки, соответствующей полученному t , проводится вертикальная линия, а из точки на шкале длины с координатой, равной заданному L , - горизонтальная линия, положение точки пересечения этих линий указывает на значение \bar{q});

- вычисляется искомая интенсивность выпуска углекислого газа q (м³/с) по формуле

$$q = 0,01 \cdot S \cdot \bar{q} \quad (4.11)$$

Пример: Определить интенсивность подачи и количество углекислого газа, необходимого для предотвращения взрыва в тупиковой выработке, если ее длина $L = 200$ м; сечение $S = 9$ м²; абсолютное газовыделение в 15 м от забоя и от устья составляет соответственно $I_0 = 0,2$ м³/мин и $I_1 = 0,3$ м³/мин; скорость подвигания забоя $v = 90$ м/мес; $H = 2,7$ м.

Решение: по формулам (3.15) и (3.16) определяем параметры L_T и A ;

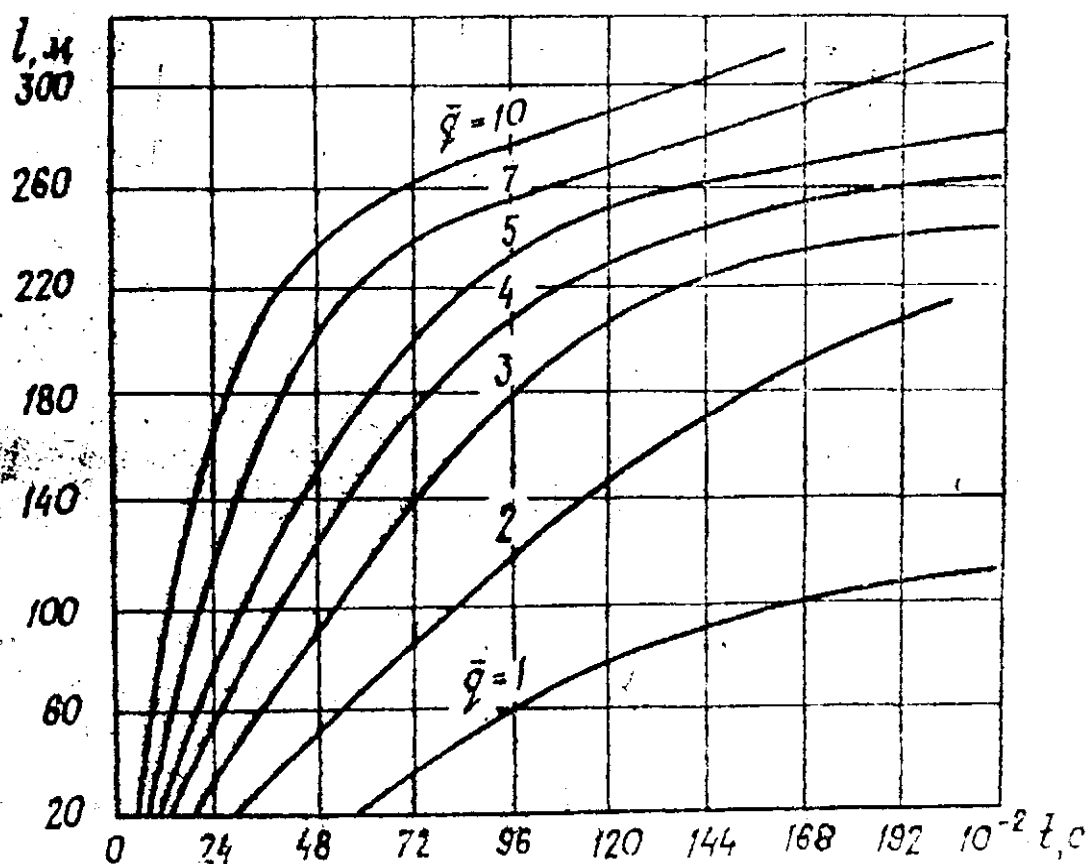


Рис. 4.5. Номограмма для определения удельной интенсивности подачи углекислого газа

$$L_T = \min(200; 5 \cdot 90) = 200;$$

$$A = \frac{9 \cdot 200}{0,2 + 0,3} = 3600 \text{ мин}$$

При $A = 3600$ мин и $H = 2,5$ м в соответствии с номограммой (см.рис.3.4) имеем $t = 57$ мин = 3420 с.

По номограмме (см. рис. 4.5) по заданным $L_T = 200$ м и $t = 3420$ с находим $\bar{q} \approx 9$.

В соответствии с формулой (4.11) искомая интенсивность выпуска равна

$$q = 0,01 \cdot 9 \cdot 9 = 0,84$$

В случае применения установки УЗУ, как следует из формулы (4.8), потребуется $N = 0,1 \cdot 0,81 \cdot 3420 = 277$ баллонов и $M = 0,84/0,14 \approx 6$ коллекторов (на 3 отделения горноспасателей).

4.2.3 Методика расчета трубопровода для выпуска углекислого газа

Методика предназначена для определения расчетным путем пропускной способности имеющегося трубопровода и, в случае ее недостаточности, определения диаметра дополнительного трубопровода.

Если трубопровода в наличии нет, то следует определить диаметр трубопровода, который необходимо проложить.

Исходные данные для определения пропускной способности трубопровода:

q – необходимая производительность газификационной установки, $\text{м}^3/\text{с}$;

L – длина трубопровода, м;

p – максимально допустимое давление в трубопроводе, МПа.

Расчет производится с помощью номограммы, представленной на рис. 4.6, по заданным q , L ходом ключа А-В-С.

Исходные данные для определения диаметра трубопровода:

q – необходимая пропускная способность трубопровода, $\text{м}^3/\text{с}$;

L – длина трубопровода, м;

Расчет производится с помощью номограммы, представленной на рис. 4.7, по заданным q и L ходом ключа А-В-С. При этом значение диаметра D округляется до большего стандартного.

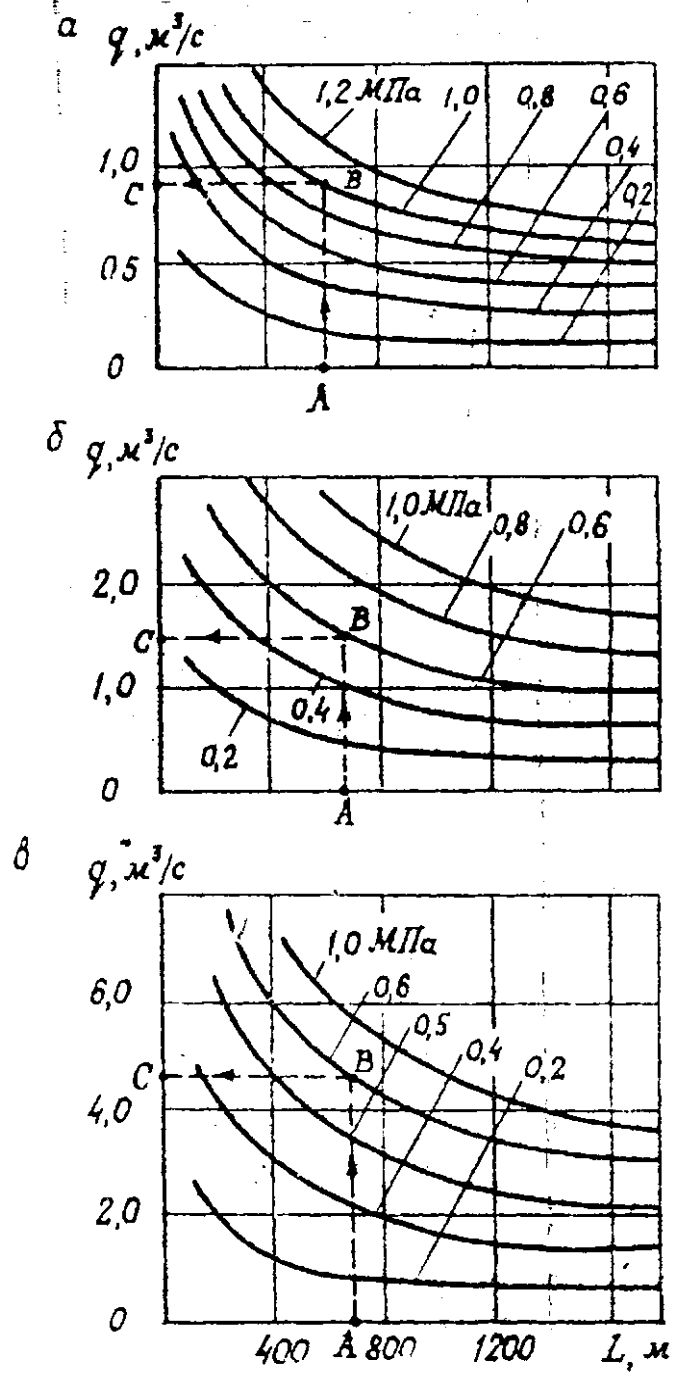


Рис 4.6. Номограммы для определения пропускной способности трубопровода:
а – при q до $1,5 \text{ м}^3/\text{с}$; б – при q до $3 \text{ м}^3/\text{с}$;
в – при q до $8 \text{ м}^3/\text{с}$

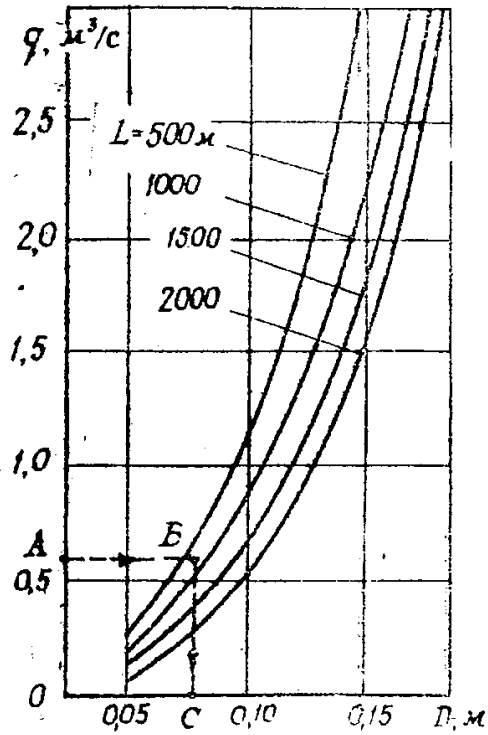


Рис 4.7. Номограмма для определения диаметра трубопровода

Пример: Произвести расчет трубопровода для подачи в пожарный участок углекислого газа, если интенсивность подачи должна составлять $q = 1,5 \text{ м}^3/\text{с}$, длина трубопровода 0,6 км, а в выработке имеется трубопровод, допустимое давление в котором – 1 МПа.

Решение: Определим пропускную способность имеющегося трубопровода. Так как $q = 1 \text{ м}^3/\text{с}$, то для расчета используем номограмму (см. рис. 4.6, а). На оси OL определяем положение точки А с координатой $L = 0,6 \text{ км}$. Через точку А проводим линию АВ параллельно оси Q_q до пересечения с кривой, соответствующей давлению 1 МПа. Затем через точку В проводим параллельно оси OL линию до пересечения со шкалой q в точке С с координатой $q = 0,9 \text{ м}^3/\text{с}$.

Эта пропускная способность меньше требуемой, поэтому для дополнительной подачи с интенсивностью $1,5 - 0,9 = 0,6 \text{ м}^3/\text{с}$ углекислого газа следует проложить трубопровод длиной 0,6 км. Диаметр трубопровода определяем по номограмме (см. рис.4.7). Для этого на шкале q отмечаем точку А с координатой $q = 0,6 \text{ м}^3/\text{с}$, проводим параллельно шкале OD линию АВ (положение точки В определяется интерполированием), а затем из точки В опускаем перпендикуляр на шкалу D. Координата точки пересечения С в данном случае равна 0,075 м, принимаем $D = 0,1 \text{ м}$.

Таким образом, для обеспечения подачи углекислого газа в пожарный участок с интенсивностью $q = 1,5 \text{ м}^3/\text{с}$ наряду с имеющимся трубопроводом следует проложить дополнительный диаметром 0,1 м.

4.3. Меры безопасности

К эксплуатации газификационных установок допускаются лица, ознакомленные с правилами их эксплуатации, после инструктажа по вопросам безопасного ведения работ на аварийном участке.

При монтаже установки необходимо проверить:

- прочность стыковки всех узлов магистрального коллектора и цанговых соединений со штуцерами баллонов;
- надежность крепления магистрального коллектора к элементам шахтной крепи путевой колеи;
- крепление штабелей баллонов, их удаленность от электрических кабелей, троллейной линии и трубопроводов дегазации;
- герметичность магистрального трубопровода при давлении 0,3 МПа (3 кгс/см²); при проверке трубопровод заглушается, заполняется углекислым газом, при этом потери не должны превышать 15% расчетной интенсивности подачи при падении давления от 0,3 до 0,2 МПа (от 3 до 2 кгс/см²). Потери углекислого газа (м³/с) определяются по формуле

$$q' = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot \frac{L}{t'} ;$$

где d – диаметр трубопровода, м;

L – длина трубопровода, м;

t' - время падения давления, с.

При работе необходимо:

- перед сменой очередной партии баллонов надежно закрыть соответствующий трехходовой кран коллектора и вентили присоединенных к нему баллонов;
- следить за показаниями манометра, установленного на магистральном коллекторе; при повышении давления более 1,5 МПа (15 кгс/см²) подачу углекислого газа прекратить и устранить причину, вызвавшую повышение давления;
- периодически производить замеры углекислого газа в районе газификационной установки, и, если на пункте подачи содержание

углекислого газа в воздухе превысит 1%, работы производить в респираторах;

- на подходах к пункту подачи углекислого газа выставить посты безопасности;
- на болонах, из которых по какой-либо причине нельзя выпустить углекислый газ, обязательно написать мелом «Брак-полный» и выдавать их на поверхность из шахты отдельно от пустых баллонов.

4.3.1 Параметры тушения подземного пожара огнетушащими порошками

Огнетушащие порошки являются эффективным средством тушения пожаров. По сравнению с другими средствами они обладают следующими преимуществами:

- 1) быстро прекращают цепные реакции горения, ингибируя активные центры пламени поверхностью частиц порошка и продуктами его разложения;
- 2) изолируют от кислорода воздуха твердые горящие материалы за счет образования на их поверхности из частиц порошка вязкой полимерной пленки;
- 3) охлаждают зону горения в результате затрат тепла на нагревание частиц порошка, их плавление, частичное испарение, разложение и химическое превращение;
- 4) допускают длительное хранение без потери качества и применение при температуре от плюс 50 до минус 50 °С;
- 5) позволяют выполнять непосредственное или дистанционное тушение горящих материалов.

Для тушения пожаров применяются порошки П-1А, П-2АП (тонкодисперсный) и супертонкодисперсный.

При тушении подземных пожаров активным способом подача порошка в зону горения осуществляется непосредственно (струя порошка выбрасывается на горящую поверхность) или дистанционно (объемное тушение порошково-воздушной смесью с пожаротушащей концентрацией порошка).

Непосредственное тушение производится ручными порошковыми огнетушителями ОП-8Б1, ОП-8У1 и передвижными установками УП-250, УП-500, снаряжаемыми порошком П-1А. Дистанционное тушение пожаров осуществляется при помощи установки «Вихрь» и ППУ тонкодисперсным и супертонкодисперсным порошком.

Технические характеристики и конструктивные особенности порошковых средств тушения приведены в табл. 21.

1 Таблица 4.1

1.1 Техническая характеристика и конструктивные особенности порошковых средств тушения

Наименование показателей	Огнетушители ручные		Установки передвижные		Установки дистанционного тушения	
	ОП-8У	ОП-8Б	УП-25	УП-500	«Вихрь»	ППУ
Масса заряда порошка, кг	8,0	8,0	250	500	-	-
Расход порошка, кг/с	0,4	0,3	4	4	2-2,5	4-5
Продолжительность непрерывного действия, с	20	25	60	120	Не ограничена	Не ограничена
Площадь тушения одним огнетушителем (установкой), м ² :						
деревянной крепи (затяжки)	6	6	50	100	-	-
конвейерной ленты	2	2	40	75	-	-
минерального масла	4	4	100	150	-	-
Максимальная дальность выброса порошка, м	4,5	6	15	15	-	-
Скорость движения воздуха в выработке, м/с, не менее	-	-	-	-	1,5	1,5
Расход воздуха в выработке, м ³ /мин	-	-	-	-	До 600	Свыше 600
Количество рукавов с пистолетами	-	-	1	2	-	-
Длина одного рукава, м	-	-	15	15	-	-
Габариты, мм:						

Ширина	-	-	834	1150	895	1280
Длина	-	-	2000	2900	1615	2800
Высота	715	604	1500	1370	1155	1600
Диаметр корпуса	148	135	-	-	-	-
Масса огнетушителя с зарядом, кг	13,5	15,5	1045	1780	-	-
Масса установки, кг	-	-	-	-	90(без вентил.)	3400(в комплекте)
Вид энергии	-	-	-	-	Электрич.или пневматич. (в зави вентилятора)	Электрическая
Потребляемая мощность, кВт	-	-	-	-	25	75
Колея, мм	-	-	-	-	-	900

4.4. Непосредственное тушение порошками

Основными параметрами тушения подземных пожаров ручными огнетушителями и передвижными установками являются:

- 1) дальность эффективного действия огнетушителя (установки) l_T ;
- 2) площадь тушения S_T ;
- 3) продолжительность непрерывного действия T_p .

Дальность эффективного действия порошковых ручных огнетушителей и передвижных установок равна максимальной дальности выброса порошка огнетушителем (установкой), которая приведена в табл.21.

Площадь тушения характеризуется величиной горячей поверхности закрепленной части периметра выработки, которую можно потушить одним огнетушителем или установкой. Общая ее величина зависит от количества применяемых огнетушителей и тактики их применения.

Одним ручным порошковым огнетушителем можно потушить до 6 м^2 горячей поверхности выработки, закрепленной деревянной крепью или негорючей крепью с деревянной затяжкой. При наличии запаса огнетушителей и применении одновременно по 2-4 огнетушителя можно потушить пожар, распространившийся на 10 м по выработке сечением до 6 м^2 . При большем сечении выработки длина зоны горения, которую можно потушить ручными огнетушителями, будет меньше.

Увеличить дальность и площадь тушения позволяет метод массивованного применения порошковых огнетушителей, заключающийся во введении в действие огнетушителей партиями. Количество огнетушителей в каждой партии зависит от площади сечения выработки, скорости движения воздуха в ней и определяется по графикам (рис.5). Путем массивованного применения порошковых огнетушителей можно потушить пожар, распространившийся на 15 м по выработке с площадью сечения до 6 м^2 , которая закреплена деревянной крепью или негорючей крепью с деревянной затяжкой.

Одного заряда порошка установок УП-250 и УП-500 достаточно для тушения пожара, распространившегося соответственно на 15 и 20 м по выработке, закрепленной деревянной или негорючей крепью с деревянной затяжкой и имеющей площадь сечения до 6 м². При этом площадь тушения установкой УП-250 - до 50 м², установкой УП-500 - до 100 м².

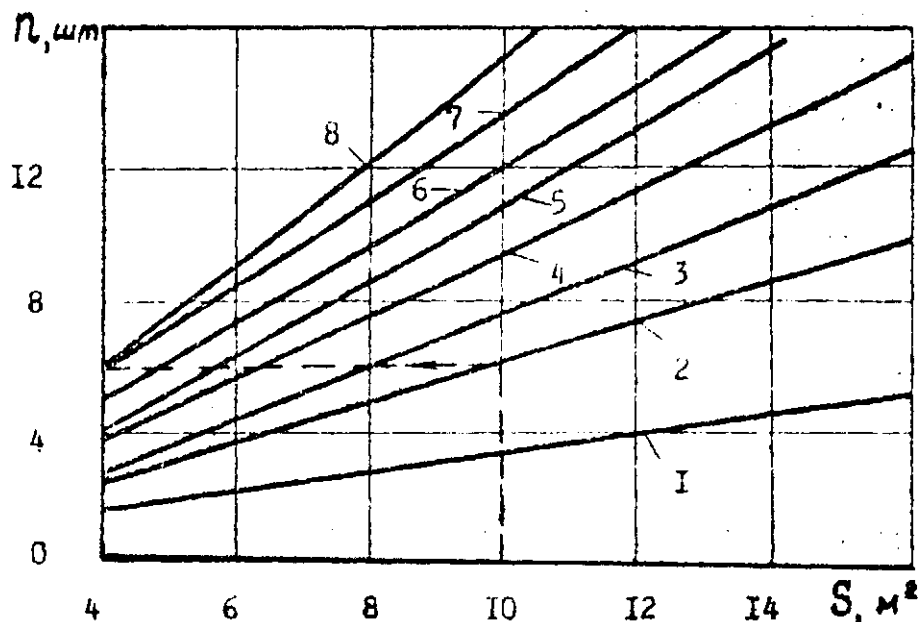


Рис. 4.8. Зависимость количества огнетушителей в партии от площади сечения выработки при скорости движения воздуха в вей: 1-1,0 м/с; 2-2,0 м/с; 3-2,5 м/с; 4-3,0 м/с; 5-3,5 м/с; 6-4,0 м/с; 7-4,5 м/с; 8-5,0 м/с

4.5. Дистанционное тушение порошками

Этот способ тушения заключается в подаче тонкодисперсного (П-2АП) или супертонкодисперсного порошка в зону горения дистанционно по вентиляционным трубам или спутным потоком воздуха. При этом пожаротушащими концентрациями порошка в воздухе являются: тонкодисперсного - не менее 130 г/м³, супертонкодисперсного - не менее 70 г/м³.

При распространении порошково-воздушной смеси по выработке порошок оседает на стенках и почве выработки, при температуре 190-200°С начинается термическое разложение его частиц. Вследствие этого концентрация порошка в смеси уменьшается. Поэтому на входе в зону горения содержание порошка в

воздухе должно быть в 2-4 раза больше указанного нижнего пожаротушающего предела (130 и 70 г/м³ соответственно).

Основными параметрами, определяющими эффективность дистанционного тушения пожара тонкодисперсным и супертонкодисперсным порошками, являются:

- 1) дальность эффективного действия пожаротушающей установки l_T ;
- 2) продолжительность тушения T_T ;
- 3) масса порошка для ликвидации пожара M .

Дальность эффективного действия - это расстояние от точки выброса порошка установкой в поток воздуха, движущегося в зону горения, до сечения выработки, в котором концентрация порошка в порошково-воздушной смеси вследствие его оседания достигает нижнего пожаротушающего предела. Величина этого параметра зависит от производительности установки, площади сечения выработки, скорости движения воздушного потока в ней. Для одной установки «Вихрь» дальность эффективного действия определяется по графикам (рис. 6).

Увеличение дальности эффективного действия может быть достигнуто за счет одновременной работы двух установок «Вихрь» или при помощи установки ПШУ (рис. 7). При применении двух установок «Вихрь» их располагают в выработке на расстоянии 5-7 м друг от друга. К диффузору первой (по ходу движения воздуха) установки подсоединяется вентиляционная труба длиной 10-15 м и подвешивается в выработке, чтобы не мешать работе на второй установке.

В наклонных (до 36°) падающих выработках в отличие от горизонтальных дальность эффективного действия установок увеличивается, а в наклонных восстающих уменьшается на 20-30 %.

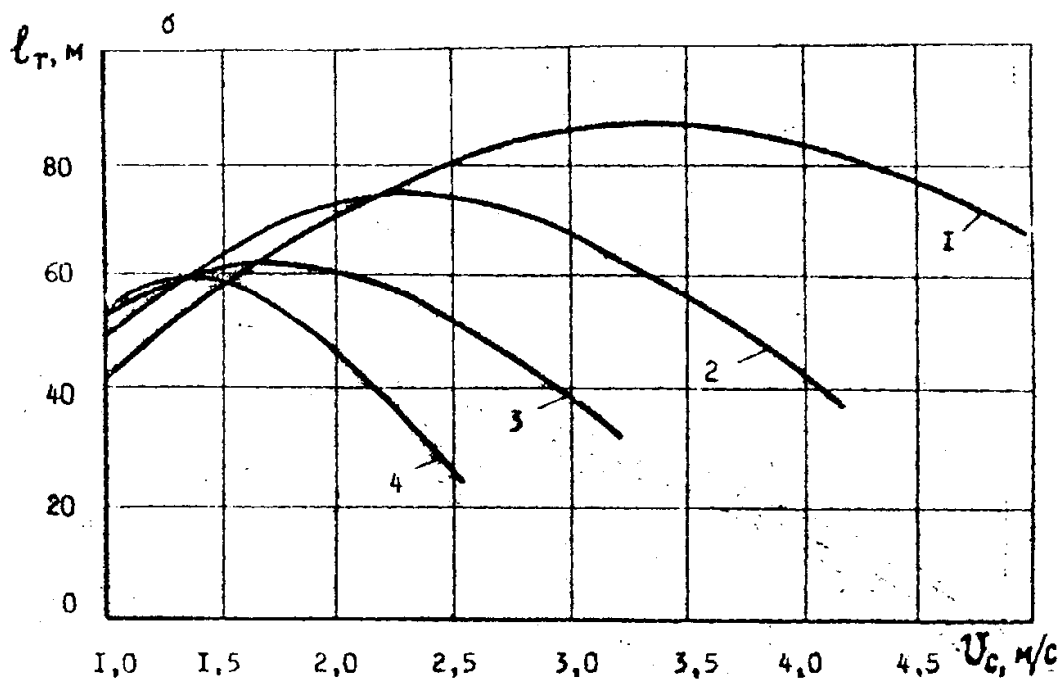
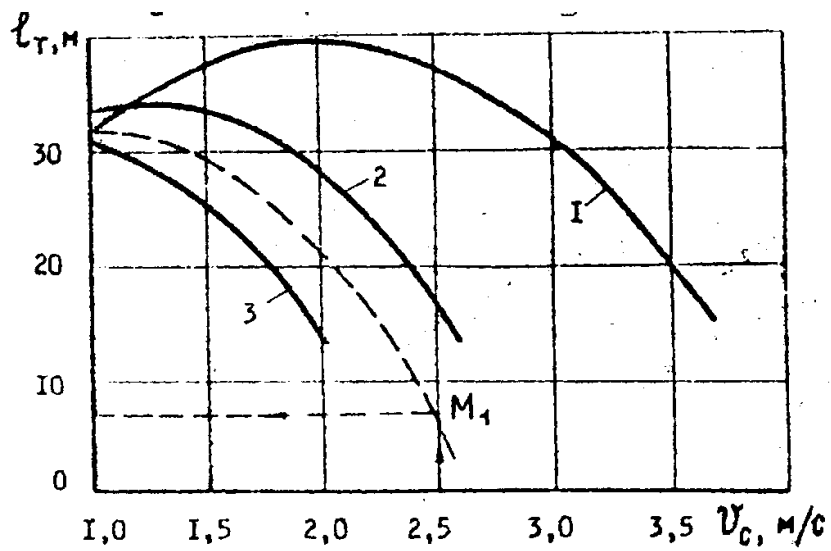


Рис. 4.9. Дальность эффективного действия установки «Вихрь» при подаче порошка П-2АП (а) и супертонкодисперсного (б) в выработках с помощью сечения: 1 – 4,5 м²; 2 – 6,6 м²; 3 – 8,8 м²; 4 – 11 м²

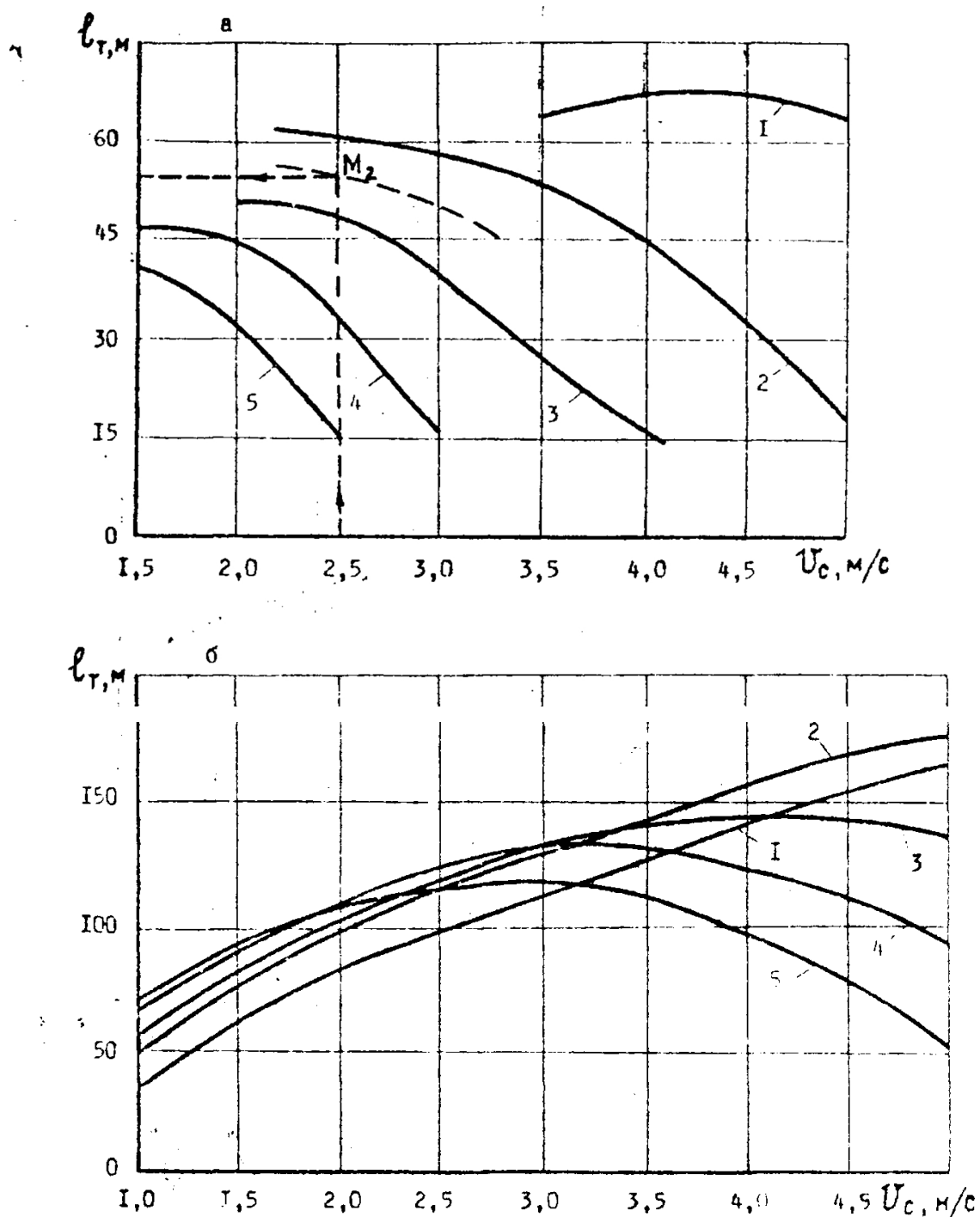


Рис. 4.10. Дальность эффективного действия двух установок «Вихрь» или одной установки ППУ при подаче порошка П-2АП (а) и супертонкодисперсного (б) в выработках с площадью сечения: 1-4,5 м²; 2-6,6 м²; 3-8,8 м²; 4-11 м²; 5-13 м².

Дальность подачи порошка установкой «Вихрь» по вентиляционным трубам диаметром 600 мм при тушении пожаров в горизонтальных и пологих (до 18°) тупиковых выработках составляет 160 м, для падающих

тупиковых выработок с углом падения 19-36° - 200 м, с углом падения более 36° - 250 м. В восстающих (до 30°) тупиковых выработках дальность подачи порошка установкой «Вихрь» по вентиляционным трубам не превышает 120 м.

Указанные значения дальности подачи порошка по вентиляционным трубам достигаются при условии применения одного вентилятора СВМ-6м или ВМ-6м или других с такой же подачей. При последовательном подсоединении к установке «Вихрь» двух спаренных вентиляторов СВМ-6м (ВШ-6м) дальность подачи порошка по вентиляционным трубам увеличивается в 1,5-1,7 раза.

Дальность подачи порошка установкой ППУ по вентиляционным трубам диаметром 600 мм в горизонтальных и пологих (до 18°) выработках составляет 300 м. Эффективность дистанционного тушения контролируется по изменению температуры воздуха, исходящего из аварийной выработки. При эффективном тушении температура воздуха должна уменьшаться.

Продолжительность дистанционного тушения огнетушащим порошком - это длительность дистанционной подачи порошка для ликвидации пламенного горения и снижения температуры в очаге пожара до 200-250°С. Она зависит от дальности распространения пожара на начало тушения порошком.

Если фронт зоны горения к этому времени находится от порошковой установки (места выброса порошка в выработку) на расстоянии $L_T \leq \ell_T$, т.е. в пределах дальности ее эффективного действия, то продолжительность тушения τ_T (в мин) определяется по графику (рис. 8) или вычисляется по эмпирической формуле

$$\tau_T = 2,7 \cdot 10^{-3} L_T^2 + 0,08 L_T + 1,3, \quad (18)$$

где L_T - требуемая дальность тушения, т.е. расстояние от места расположения порошковой установки (места выброса порошка в выработку) до фронта зоны пламенного горения, м.

Величина L_T вычисляется по формуле

$$L_T = \ell_0 + L(\tau_{HT}), \quad (19)$$

где $L(\tau_{HT})$ - дальность распространения, пожара на начало дистанционного тушения огнетушащим порошком, м;

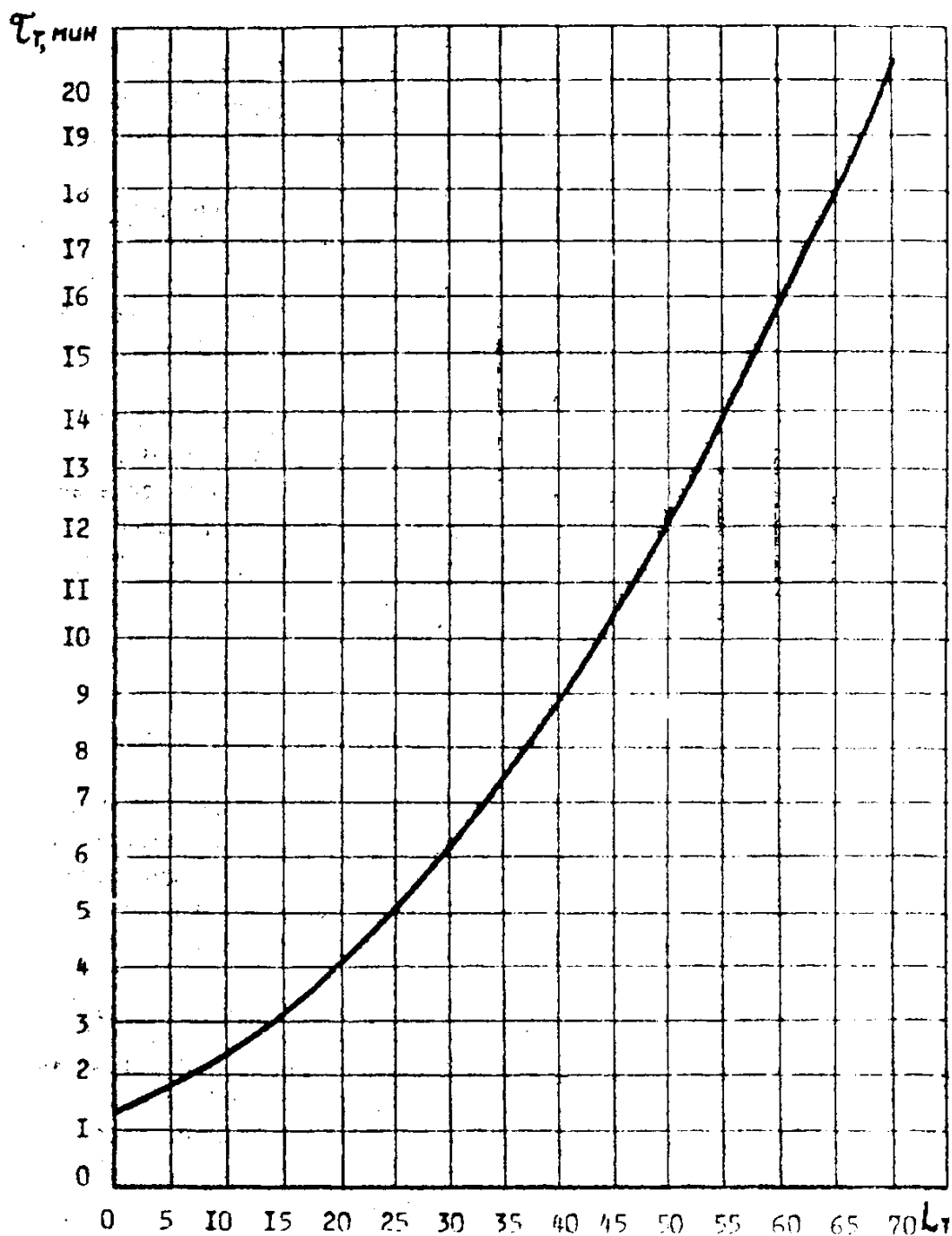


Рис. 4.11. Продолжительность дистанционного тушения пожара огнетушащими порошками в сквозных горизонтальных и наклонных выработках

ℓ_0 - расстояние от места расположения установки (места выброса порошка в выработку) до места возникновения пожара, м; величина ℓ_0 является отрицательной (имеет знак «-») в тех случаях, когда установка расположена между фронтом зоны горения и местом возникновения пожара (размещена в ранее потушенной части выработки).

Формула (18) и рис. 8 предназначены для определения продолжительности дистанционного тушения порошком П-2АП. При дистанционном тушении супертонкодисперсным порошком продолжительность тушения будет несколько меньшей. В этих случаях получаемый результат будет приближенным значением величины τ_T с избытком, что не снизит его надежность (достоверность).

Если $L_T > \ell_T$ (часть зоны горения находится от порошковой установки дальше радиуса ее эффективного действия), то по рис. 8 и формуле (18) определяют продолжительность тушения примыкающего к установке участка выработки длиной ℓ_T . При этом принимают $L_T = \ell_T$. Затем, если есть возможность, установку перемещают ближе к зоне горения и продолжают тушение оставшегося участка.

Продолжительность подачи огнетушащего порошка по вентиляционным трубам для тушения пожаров в тупиковых горизонтальных и пологих выработках зависит от расхода подаваемого в забой воздуха и определяется по графикам (рис. 9).

Масса огнетушащего порошка, необходимого для ликвидации пожара, определяется по формуле

$$M = 60 A \tau_T,$$

где A - расход порошка установкой, кг/с.

При тушении пожаров в сквозных выработках (проветриваемых за счет общешахтной депрессии) расход порошка установкой берется по таблицам. При подаче порошка по вентиляционному трубопроводу диаметром 600 мм величина A принимается равной: для установок «Вихрь» - 1-1,3 кг/с; для установок ППУ - 2-2,5 кг/с.

Дистанционное тушение пожара с помощью установок «Вихрь» и ППУ является эффективным (гарантирует успешное тушение пожара) только в пределах дальности их эффективного действия (при $L_T \leq \ell_T$). За пределами этой зоны (при $L_T > \ell_T$) из-за недостаточной концентрации порошка в воздушном потоке, поступающем к очагу, полное тушение пожара может не наступить, но интенсивность горения на этих участках выработки снизится.

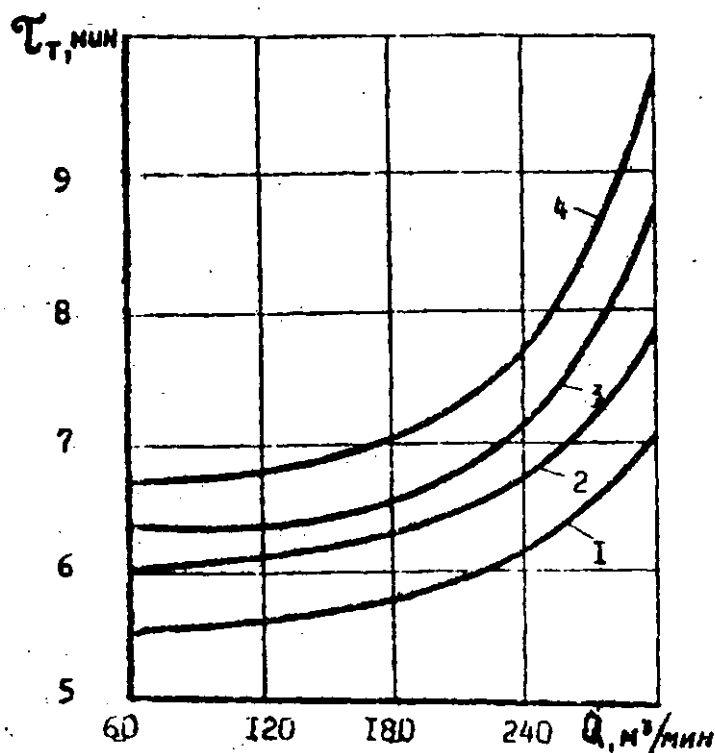


Рис. 4.12. Продолжительность дистанционного тушения огнетушащим порошком (подача по вентиляционным трубам) пожаров в горизонтальных и наклонных тупиковых выработках при площади их сечения: 1-4,0 м²; 2-6,0 м²; 3-8,0 м²; 4-10,0 м²

Даже при $L_T > \ell_T$ применение этих установок дает положительный результат и является целесообразным, так как уменьшается длина зоны горения, снижается скорость распространения пожара и температура воздушного потока. Это достигается за счет полной ликвидации горения на участке выработки длиной ℓ_T и снижения интенсивности горения за его пределами.

Следовательно, даже в тех случаях, когда в реальных условиях не удастся обеспечить необходимые параметры дистанционного тушения, установки «Вихрь» и ППУ могут применяться для снижения интенсивности горения и локализации пожара в период подготовки к осуществлению более эффективных мер по его ликвидации.

Следует иметь в виду, что огнетушащие порошки высокоэффективны при использовании для прекращения пламенного горения и первичного охлаждения горящих участков (до температуры 200-250 °С). Использование порошков для дальнейшего охлаждения этих участков нецелесообразно.

Поэтому на практике после применения установок «Вихрь» или ППУ дальнейшее охлаждение (ниже 200-250 °С) потушенных участков и окончательную ликвидацию оставшихся локальных очагов горения (тления) целесообразно проводить водой или воздушно-механической пеной (при их наличии). При повторном воспламенении потушенных участков дистанционная подача порошка повторяется. В таких, случаях для повышения эффективности тушения, сокращения времени подачи и массы израсходованного порошка установку желательно приблизить к зоне горения.

Пример 9. Определить параметры объемного тушения развившегося пожара порошком П-2АП в горизонтальной выработке для следующих условий: дальность распространения пожара к началу тушения $L (\tau_{нт}) = 40$ м; площадь сечения аварийной выработки $S = 7,5 \text{ м}^2$; скорость движения воздуха в ней $V_c = 2,5$ м/с. Установку порошкового тушения можно расположить не ближе 10 м от места возникновения пожара.

Решение

1) По формуле (19) определяем требуемую дальность тушения, т.е. расстояние от порошковой установки до фронта зоны горения

$$L_T = 10 + 40 = 50 \text{ м.}$$

2) По графику (см. рис. 6а) определяем дальностью эффективного тушения пожара порошком П-2АП, подаваемым установкой «Вихрь». Для этого через точку на оси абсцисс, соответствующую скорости воздушного потока 2,5 м/с,

проводим вертикальную линию до встречи с кривой, соответствующей сечению $7,5 \text{ м}^2$ (точка M_1). Она должна располагаться между кривыми 2 и 3. Ее положение определяется методом интерполяции (на рисунке изображена пунктирной линией). Из точки M_1 проводим горизонтальную линию до пересечения с осью ординат.

Как видно из графика, дальность эффективного действия установки «Вихрь» для условий задачи составляет 8 м (ордината точки M_1), что меньше расстояния от места установки «Вихрь» до очага пожара. То есть, применение одной установки «Вихрь» будет неэффективным. Поэтому рассмотрим возможность тушения пожара одновременно двумя установками «Вихрь» или одной установкой ППУ. Для этого по графику (см. рис. 7а) способом, аналогичным предыдущему, находим точку M_2 , из которой проводим горизонтальную линию до пересечения с осью ординат и определяем дальность эффективного действия двух установок «Вихрь». Для наших условий она составляет 52 м, что обеспечивает эффективное тушение пожара, так как $L_T = 50 \text{ м} < 52 \text{ м} = \ell_T$.

По графику (см. рис. 8) определяем время непрерывной подачи порошка П-2АП двумя установками «Вихрь». Для $L_T = 50 \text{ м}$ оно составляет 12 мин.

По формуле (20) определяем массу порошка для ликвидации пожара двумя установками «Вихрь», принимая $A = 2,5 \text{ кг/с}$ (табл.21):

$$M = 60 \cdot 2,5 \cdot 2 \cdot 12 = 3600 \text{ кг.}$$

Для обеспечения такой интенсивности подачи (300 кг/мин) рекомендуется следующая организация работ по обслуживанию установок «Вихрь» и «Буря». Одновременно с их монтажом и подготовкой к работе на месте запуска сосредотачивается требуемый (по расчету) запас порошка, который размещается по обе стороны выработки со стороны свежего воздуха на расстоянии не более 2-3 м от установки. На подачу порошка необходимо направлять не менее двух горноспасательных отделений. При этом для одновременной работы необходимо не менее четырех респираторщиков, располагающихся (по два человека) с двух

сторон от установки. После ее включения в работу два человека подают мешки с порошком, а два высыпают их в бункер. Через каждые 2-3 мин. производится смена респираторщиков.

Пример 10. Решить пример 9 при условии, что для тушения применяется супертонкодисперсный порошок.

Полученные результаты сравнить с результатами примера 9.

Решение

Расстояние от порошковой установки до фронта зоны горения, как и в предыдущем примере, равно 50 м.

По рис. 6б способом, описанным в примере 9, определяем дальность эффективного действия одной установки «Вихрь» при использовании супертонкодисперсного порошка. Для значений скорости воздушного потока $V_c = 2,5$ м/с и сечения выработки $S = 7,5$ м² дальность эффективного действия равна 65 м.

Так как найденное значение величины ℓ_T больше необходимой дальности подачи порошка $L_T = 50$ м, то для эффективного тушения пожара супертонкодисперсным порошком достаточно применить одну установку «Вихрь».

Продолжительность подачи порошка определяем по графику (см. рис. 8). При $L_T = 50$ м она составляет 12 мин.

Масса супертонкодисперсного порошка, израсходованного на тушение данного пожара, равна

$$M = 60 \cdot 2,5 \cdot 12 = 1800 \text{ кг.}$$

Сравнивая результаты решения примеров 9 и 10, приходим к выводу, что при использовании супертонкодисперсного порошка для тушения рассматриваемого пожара достаточно применить одну установку «Вихрь» вместо двух таких установок при тушении порошком П-2АП. Соответственно в два раза сокращается и масса израсходованного порошка (1800 вместо 3600 кг).

4.6. Расчет параметров выпуска вентиляционным и откаточным горизонтами (штреками), м:

Исходные данные для расчета:

ΔH – перепад высот между вентиляционным и откаточным горизонтами (штреками), м;

L_1 – длина откаточного штрека, м;

$L_{л}$ – длина лавы, м;

L_2 – длина вентиляционного штрека, м;

S – среднее сечение выработок в черне, м²;

q_v – интенсивность утечек воздуха через изолируемый пожарный участок в период выпуска углекислого газа, м³/с (определяется согласно прил. 23 «Устава ВГСЧ по организации и ведению горноспасательных работ»), м³/с;

k – коэффициент учета снижения скорости потока по длине выработки, определяемый в зависимости от мощности пласта по табл. 4.1.;

t – время образования на участке взрывоопасного содержания горючих газов, с (определяется согласно прил. 22 «Устава ВГСЧ по организации и ведению горноспасательных работ»).

Таблица 4.6.1

Значения коэффициента k в зависимости от мощности пласта

m, м	0,5	1,0	1,5	2
k	0,83	0,77	0,7	0,5

Порядок расчета интенсивности выпуска углекислого газа со стороны откаточного горизонта (с поступающей в пожарный участок вентиляционной струи, $\Delta H < 20$ м) следующий:

- определяется длина выработок L (м) в изолированном пожарном участке, заполняемых углекислым газом:

$$L = L_1 + L_{л} + L_2 ;$$

- находится продолжительность T (с) заполнения выработок углекислым газом

$$T = \frac{500 + L}{0,0003 \cdot S \cdot L + 0,53 \cdot q_g} \cdot \frac{S}{k}$$

если $T > t$, то принимается $T = t$;

- вычисляется интенсивность q ($\text{м}^3/\text{с}$) выпуска углекислого газа

$$q = \frac{500 + L}{T} \cdot \frac{S}{k}$$

Порядок расчета интенсивности одновременного выпуска углекислого газа со стороны откаточного и вентиляционного горизонта ($\Delta H > 20$ м) следующий:

- определяется время T (с) заполнения углекислым газом откаточного и вентиляционного штреков по формулам

$$T = \begin{cases} \frac{520 L_1}{0,0003 S \cdot (L_1 + 20) + 0,53 \cdot q_g} \cdot \frac{S}{k} & \text{для откаточного штрека} \\ \frac{60 + L_2 + L_{л}}{0,0003 S \cdot (L_2 \cdot L_{л} - 20) + 0,33 \cdot q_g} \cdot S & \text{для вентиляционного штрека} \end{cases}$$

если $T > t$, то принимается $T = t$;

вычисляется интенсивность выпуска углекислого газа со стороны откаточного и со стороны вентиляционного штреков по формулам

$$q = \begin{cases} \frac{520 + L_1}{T} \cdot \frac{S}{k} & \text{для откаточного штрека;} \\ \frac{60 + L_2 + L_{л}}{T} \cdot S & \text{для вентиляционного штрека;} \end{cases}$$

Используя полученные значения q и T , можно рассчитать необходимое число баллонов N с углекислым газом, а также число коллекторов для установок следующим образом

$$N=0,1 \cdot q \cdot T; \quad M=\frac{q}{0,14} \quad \text{для установки УВУ};$$

$$N=\frac{1}{7} \cdot q \cdot T; \quad M=\frac{q}{30} \quad \text{для установки «Иней»}$$

Для установки «Иней» количество одновременно открываемых баллонов n равно

$$N = q / 0,05$$

Время выпуска углекислого газа из партии одновременно открываемых баллонов принимается равным 4 мин.

Пример 1. Определить интенсивность выпуска углекислого газа и его количества для заполнения участка на пологом пласте, отрабатываемом по сплошной системе, при $q_{\text{в}} = 1 \text{ м}^3/\text{с}$; $L = 300 \text{ м}$; $S = 6 \text{ м}^2$; $m = 1 \text{ м}$; перепад высот между откаточным и вентиляционным горизонтом $\Delta H = 15 \text{ м}$; $t = 2 \text{ ч}$.

Решение: Так как ΔH меньше 20 м, то подачу углекислого газа производим со стороны поступающей вентиляционной струи.

Переходим к расчету.

Из табл. 4.1 находим: при $m = 1 \text{ м}$, $k = 0,77$. Тогда при $L = 300 \text{ м}$, $S = 6 \text{ м}^2$, $q_{\text{в}} = 1 \text{ м}^3/\text{с}$ в соответствии с выражением (4.2)

$$T = \frac{500+300}{00003 \cdot 6 \cdot 300 + 0,53 \cdot 1} \cdot \frac{6}{0,77} = 5826 \text{ с} = 1,6 \text{ ч}$$

По формуле (4.3) интенсивность выпуска равна

$$q = \frac{500+300}{5826} \cdot \frac{6}{0,77} = 1,07 \text{ м}^3 / \text{с}$$

Если применять установку УВУ, то на основании выражения (4.8) потребуется $0,1 \cdot 1,07 \cdot 5826 = 623,4 \approx 624$ баллона и $1,07 : 0,14 = 7,6 \approx 8$ коллекторов, которые должны обслуживать $8 : 2 = 4$ отделения ВГСЧ.

Пример 2: Определить интенсивность выпуска углекислого газа и его количества для заполнения участка крутого падения, если длина откаточного

штрека 120 м, лавы 110 м и вентиляционного штрека 100 м. Ожидаемые утечки воздуха при закрытых проемах в перемычках $q_v = 0,3 \text{ м}^3/\text{с}$, среднее сечение выработок $S = 5 \text{ м}^2$, мощность пласта $m = 1 \text{ м}$, перепад высот $\Delta H = 80 \text{ м}$, время накопления взрывоопасного содержания горючих газов $t = 10000 \text{ с}$.

Решение: Так как ΔH больше 20 м, то подачу углекислого газа следует производить при закрытых проемах в перемычках одновременно со стороны поступающей и исходящей струй.

Определяем параметры по формулам (4.4) и (4.5):

$$T_{отк} = \frac{520+120}{0,0003 \cdot 5 \cdot (120+20) + 0,53 \cdot 0,3} \cdot \frac{5}{0,77} = 11262 \text{ с} \approx 3,1 \text{ ч}$$

$$T_{вент} = \frac{60+100+110}{0,0003 \cdot 5 \cdot (100+110-20) + 0,53 \cdot 0,3} \cdot 5 = 3040,5 \text{ с} \approx 0,84 \text{ ч}$$

где $T_{отк}$ и $T_{вент}$ – время заполнения углекислым газом соответственно откаточного и вентиляционного штреков.

Так как $t = 10000 \text{ с} = 2,8 \text{ ч} < T_{отк}$, то принимаем $T_{отк} = t = 10000 \text{ с}$.

Из табл. 4.1 находим $k = 0,77$, тогда интенсивность выпуска углекислого газа $q_{отк}$ и $q_{вент}$ соответственно для откаточного и вентиляционного штреков на основании формул (4.6) и (4.7) должна составлять

$$q_{отк} = \frac{520+120}{10000} \cdot \frac{5}{0,77} = 0,42 \text{ м}^3 / \text{с};$$

$$q_{вент} = \frac{60+100+100}{3040,5} \cdot 5 = 0,44 \text{ м}^3 / \text{с};$$

В случае применения установки «Иней» согласно формулам (4.8), (4.9) потребуется для выпуска углекислого газа со стороны откаточного штрека

$$N_{отк} = \frac{1}{7} \cdot 0,42 \cdot 10000 = 600 \text{ баллонов};$$

$$M_{отк} = \frac{0,42}{0,14} \approx 3 \text{ коллектора}$$

со стороны вентиляционного штрека:

$$N_{вент} = \frac{1}{7} \cdot 0,42 \cdot 10000 = 600 \text{ баллонов;}$$

$$M_{вент} = \frac{0,44}{0,14} = 3,1 \approx 4 \text{ коллектора}$$

Количество одновременно открываемых баллонов на поступающей струе $n_{отк} = 0,42/0,05 = 8,4 \approx 9$, на исходящей $n_{вент} = 0,44/0,05 = 8,8 \approx 9$.

Приложение А.

Варианты исходных данных к расчету параметров подземного пожарно-оросительного трубопровода

№ в р и а н т а	Скорость движения воздуха по участковой выработке, м/с	Максимальное сечение выработки, м ²	Суточный объем работ							Операции, при которых пылеподавление осуществляется с применением воды						
			Добыча угля, т	Мощность пласта, м	Бурение шпуров, м	Взрывание зарядов ВМ в шпурах, циклов	Объем погрузки горной массы в забоях подготовительной	выработки Число забоев	полготов -выпаб	Комбайновая племка	Бурение шпуров	Доставка угля конвейерами	Погрузка из люков	Погрузка из люков	Нагнетание воды в пласт	
															Короткие шпуры	Длинные
0	2	7	1000	0,5	230	6	60	4	1	3	2			2		
1	4	7	1200	0,6	320	9	90	3	2	1	4			3		
2	2	8	1400	0,6	420	12	140	4	1	3	3			2		
3	3	8	1600	0,7	300	8	100	4	2	2	2			2	2	
4	4	9	1800	0,8	430	12	170	4	1	3		1		3		
5	5	10	2000	0,8	710	16	250	4	1	3		1		2		
6	3	9	2200	0,8	720	25	350	5	2	3			2	2	1	
7	2	13	2400	0,9	210	12	240	5	2	3			2	2	1	
8	3	11	2600	0,9	690	18	330	5	3	2			1	3	2	
9	4	12	2800	1,0	930	24	430	6	3	3	4			2		
10	5	11	3000	1,0	630	16	290	2	1	2	3			2		
11	4	10	3400	1,2	800	32	500	4	3	8	4				1	
12	4	16	3200	1,2	950	24	380	3	2	10	2				2	
13	3	12	3600	1,3	240	6	110	2	1	6	2				1	
14	4	10	1880	1,4	320	9	140	3	1	5	3				1	
15	5	13	1400	1,4	430	12	240	4	1	5	4				2	
16	3	18	1500	1,5	350	8	160	2	1	4	3					
17	4	16	1420	1,4	420	12	220	3	2	6	4					
18	5	16	1440	1,6	420	12	240	2	3	4	2					
19	4	18	1350	1,5	380	10	300	3	2	7	3				1	
20	5	16	1400	1,4	570	15	320	3	8	2					2	
21	4	16	1500	1,8	560	20	400	4	2	9	4				3	
22	3	21	1800	1,7	650	16	240	2	1	10	3				1	
23	5	17	1040	1,9	670	18	360	3	2	11	2				1	
24	4	18	1500	1,8	500	13	400	2	3	6	3				2	
25	5	15	1800	1,7	350	10	420	3	2	7	2				1	

Основна література

1. Скочинский А.А., Огневский В.М. Рудничные пожары. - Углетехиздат, 1954г.
2. Соболев Г.Г., Чарков В.П. и др. Тушение подземных пожаров на угольных шахтах, - М., „Недра“, 1977г., - 248 стр.
3. Булгаков Ю.Ф. Тушение пожаров в угольных шахтах. - Донецк: НИИГД, 2001г., - 280 стр.
4. Балтайтис В.Я. Тушение пожаров в угольных шахтах. М., Госгортехиздат, 1964г., - 211 стр.
5. Козлюк А.И., Хорольский В.Т., Кушнарев А.М. Основы противопожарной защиты угольных шахт. М., «Недра», 1971г. - 104 стр.
6. Булгаков Ю.Ф. Автоматические порошковые системы пожаротушения. - Донецк: НИИГД, 1999г.

Додаткова література

1. Козлюк А.И., Чарков В.П. и др. Руководство по локализации и тушению подземных пожаров пенами. - Донецк, ВНИИГД, 1967г.
2. Зрелый Н.Д., Чарков В.П., Юрьев А.П. и др. Руководство по определению параметров подземных пожаров и выбор средств тушения. - Донецк, ВНИИГД, 1985г.
3. Правила техники безопасности на угольных шахтах, - Киев «Основа», 1996г.
4. Булгаков Ю.Ф. Классификация, комплексная оценка и пути повышения эффективности шахтных огнетушителей: сб: науч. тр. НИИГД, 1998г.
5. Устав ГВГСС по организации и ведению горноспасательных работ, - Киев, 1993г.
6. Руководство по применению инертных газов при ликвидации пожаров в шахтах. - Донецк, ВНИИГД, 1989г.
7. Применение инертных газов при ликвидации подземных пожаров. Осипов С.Н. «Техніка», 1973г., 172 стр.
8. Козлюк А.И. Противопожарная защита угольных шахт. - К.: «Техніка», 1980г., 156 стр.
9. Профилактика пожаров и взрывов в угольных шахтах. Коваленко М.И., Хорольский В.Т. и др. М. «Недра», 1983г. 172 стр.
10. Локализация и тушение подземных пожаров. Сборник статей. Выпуск 10. Кемеровское книжное изд-во. 1983г. 104 стр.
11. Руководство по применению инертных газов при ликвидации пожаров в шахтах, опасных по газу и пыли. Всесоюзный научно-исследовательский институт горноспасательного дела. Донецк. 1986 г. – 93 с.
12. Пожарная безопасность. Нормативные акты и другие документы. – 1, 2, 3. – Киев, 1997.
13. Прогноз и профилактика эндогенных пожаров. Изд-во «Наука» 1975.– 160 с.

СОДЕРЖАНИЕ:

1.1. РАСПОЗНАВАНИЕ И РАССЛЕДОВАНИЕ РУДНИЧНЫХ ПОЖАРОВ	3
1.1. Методы своевременного обнаружения рудничных пожаров.....	3
1.2. Внешние признаки пожара.....	3
1.3. Особенности расследования причин пожаров.....	7
2. ОСНОВНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПО ПРЕДУПРЕЖДЕНИЮ ПОЖАРОВ	9
2.1. Предупреждение эндогенных пожаров.....	9
2.2. Предупреждение экзогенных пожаров.....	10
3. ОГНЕГАСИТЕЛЬНЫЕ ВЕЩЕСТВА, СРЕДСТВА И СПОСОБЫ ТУШЕНИЯ ПОЖАРОВ В УГОЛЬНЫХ ШАХТАХ	14
3.1 Вводные положения и указания	14
3.2 Способы тушения пожаров	15
3.3 Огнегасительные вещества	16
3.4 Средства тушения пожаров	19
4. ПАРАМЕТРЫ ПОДЗЕМНОГО ПОЖАРНО-ОРОСИТЕЛЬНОГО ТРУБОПРОВОДА	35
4.1 Общие положения по устройству пожарно-оросительного трубопровода.....	35
4.2 Указания по выполнению расчета параметров подземного пожарно-оросительного трубопровода.....	38
4.2.1. Расчет параметров выпуска вентиляционным и откаточным горизонтами (штреками)	43
4.2.2. Расчет параметров выпуска углекислого газа в тупиковые выработки	47
4.2.3 Методика расчета трубопровода для выпуска углекислого газа	50
4.3. Меры безопасности.....	54
4.3.1 Параметры тушения подземного пожара огнетушащими порошками	56
4.4. Непосредственное тушение порошками.....	60
4.5. Дистанционное тушение порошками.....	61
4.6. Расчет параметров выпуска вентиляционным и откаточным горизонтами (штреками).....	72
ПРИЛОЖЕНИЯ	77
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	78