

Министерство образования и науки Российской Федерации
Сибирский федеральный университет

ПРОТИВОПЫЛЕВЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ УГОЛЬНЫХ ШАХТ

Учебно-методическое пособие
для практических работ

Электронное издание

Красноярск
СФУ
2014

УДК 622.058(07)
ББК 33.4я73
П834

Составители: Шахрай Сергей Георгиевич,
Коростовенко Вячеслав Васильевич

П834 Противопылевые мероприятия угольных шахт: учебно-методическое пособие для практических работ [Электронный ресурс] / сост.: С. Г. Шахрай, В. В. Коростовенко. – Электрон. дан. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2014. – Систем. требования: PC не ниже класса Pentium I; 128 Mb RAM; Windows 98/XP/7; Adobe Reader V8.0 и выше. – Загл. с экрана.

Представлены порядок установления пылевого режима в угольных и колчеданных шахтах, основные способы взрывозащиты с использованием инертной пыли и воды, методы контроля пылевзрывобезопасности выработок и состояния заслонов. Приведена методика расчета противопылевых мероприятий в очистном забое и в подготовительных выработках, а также примеры выполнения расчетов противопылевых мероприятий.

Предназначено для студентов очного и заочного форм обучения специальностей 130 400.65.03 «Открытые горные работы», 130400.65.02 «Подземная разработка месторождений полезных ископаемых», 130400.65.05 «Шахтное и подземное строительство», 130 400.65.04 «Маркшейдерское дело», 130 400.65.10 «Электрификация и автоматизация горного производства», 130 400.65.09 «Горные машины и оборудование».

УДК 622.058(07)
ББК 33.4я73

© Сибирский
федеральный
университет, 2014

Электронное учебное издание

Подготовлено к публикации ИЦ БИК СФУ

Подписано в свет 20.08.2014 г. Заказ 1565
Тиражируется на машиночитаемых носителях

Издательский центр
Библиотечно-издательского комплекса
Сибирского федерального университета
660041, г. Красноярск, пр. Свободный, 79
Тел. (391)206-21-49. E-mail: rio@sfu-kras.ru
<http://rio.sfu-kras.ru>

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
ПОРЯДОК УСТАНОВЛЕНИЯ ПЫЛЕВОГО РЕЖИМА И ЕГО ОСНОВНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ.....	4
ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ СПОСОБОВ ВЗРЫВОЗАЩИТЫ, ОСНОВАННЫХ НА ИСПОЛЬЗОВАНИИ ИНЕРТНОЙ ПЫЛИ И ВОДЫ	5
ЛОКАЛИЗАЦИЯ ВЗРЫВОВ УГОЛЬНОЙ ПЫЛИ ЗАСЛОНАМИ.....	8
КОНТРОЛЬ ПЫЛЕВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТИ ВЫРАБОТОК И СОСТОЯНИЯ ЗАСЛОНОВ	10
ПЫЛЕВОЙ РЕЖИМ В СЕРНЫХ И КОЛЧЕДАННЫХ ШАХТАХ.....	10
КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ	11
ПРАКТИЧЕСКИЕ РАСЧЕТНЫЕ РАБОТЫ.....	12
Практическая расчетная работа 1. РАСЧЕТ ПРОТИВОПЫЛЕВЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ ВЫРАБОТОК.....	12
Практическая расчетная работа 2. РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ПРОТИВОПЫЛЕВЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ОЧИСТНОГО ЗАБОЯ.....	17
ПРИМЕРЫ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ РАСЧЕТНЫХ РАБОТ	22
Пример выполнения практической расчетной работы 1	22
Пример выполнения практической расчетной работы 2	25
ПОРЯДОК ОФОРМЛЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ.....	29
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	29

ВВЕДЕНИЕ

Шахтной пылью называют мелкие и мельчайшие частицы полезного ископаемого и пустых пород, взвешенные в атмосфере горных выработок или осевшие на их почве, кровле и стенках.

Способность пыли находиться во взвешенном состоянии зависит от размеров и формы пылевых частиц, плотности пылеобразующего вещества, а также температуры, влажности и скорости движения воздуха. В зависимости от размеров частиц в неподвижном воздухе пыль может находиться во взвешенном состоянии от нескольких секунд до десятков часов. Так, частицы кварцевой пыли размером 100 мкм осаждаются с высоты 1 м за 2 секунды, а диаметром 0,2 мкм – за 45 часов. Угольная пыль, плотность которой ниже кварцевой, осаждается примерно в 2 раза медленнее.

Шахтная пыль опасна в двух отношениях: она может стать причиной заболеваний шахтеров пневмокониозами и она способна образовывать с воздухом взрывчатые смеси.

ПОРЯДОК УСТАНОВЛЕНИЯ ПЫЛЕВОГО РЕЖИМА И ЕГО ОСНОВНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ

К опасным по взрыву пыли относят пласты угля с выходом летучих веществ 15% и более, а также с меньшим выходом летучих, взрывчатость которых установлена лабораторными испытаниями. В случае установления взрывчатости пыли пласт относят к опасным по пыли и шахта переводится на пылевой режим, предусматривающий выполнение следующих мероприятий:

- препятствующих образованию пыли и пылевого облака. К ним относятся мероприятия, направленные на снижение запыленности воздуха для борьбы с профессиональной вредностью пыли – эффективное проветривание, орошение пыли на местах ее образования, предварительное увлажнение пласта, снижение пылеотложения и пр.
- мероприятия по предупреждению и локализации взрыва угольной пыли. К ним относятся мероприятия:

а) основанные на применении инертной пыли – осланцевание выработок и установка сланцевых заслонов;

б) основанные на применении воды – побелка выработок известково-цементным раствором; обмывка выработок водой или раствором смачивателя; связывание осевшей угольной пыли туманообразующими завесами; свя-

зывание пыли, образующейся при взрывных работах водораспылительными завесами; применение гидрозабойки; установка водяных заслонов.

- мероприятия, препятствующие появлению источников воспламенения угольной пыли: применение предохранительных ВМ, электрического взрывания, взрывозащищенного электрооборудования и светильников; запрещение открытого огня и пр.

ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ СПОСОБОВ ВЗРЫВОЗАЩИТЫ, ОСНОВАННЫХ НА ИСПОЛЬЗОВАНИИ ИНЕРТНОЙ ПЫЛИ И ВОДЫ

Эффект осланцевания может быть достигнут лишь в выработках с низкой интенсивностью пылеотложения. В местах интенсивного пылеотложения, где взрывоопасное количество пыли накапливается в течение суток, смены или даже нескольких часов, необходимая частота осланцевания настолько высока, что она становится практически неосуществимой. В таких местах необходимый эффект достигается применением воды. Также следует иметь в виду, что осланцевание значительно повышает запыленность воздуха в выработках, что особенно неприемлемо в околоствольных дворах и капитальных выработках со свежей струей воздуха. В этих выработках целесообразнее применение побелки, которая также повышает освещенность.

Требования к инертной пыли и производству осланцевания:

- инертная пыль не должна содержать более 1% горючих веществ и более 10% свободного кремнезема;
- пыль должна обладать способностью переходить во взвешенное состояние после пребывания во влажной атмосфере. Для этого инертная пыль должна обрабатываться гидрофобными добавками (стеарина 0,2–0,3% или сплава парафина с канифолью 0,3–0,4%);
- тонкость пыли должна быть достаточной для длительного нахождения в воздухе во взвешенном состоянии.

Для изготовления инертной пыли применяются известняк, доломит и ракушечник. В шахте инертная пыль хранится в специальных закрытых ящиках, обитых водоизоляционными материалами, с запасом не менее 1 т. В тех случаях, когда пыль с фабрики поступает в мешках, они хранятся на деревянных настилах.

Осланцевание выработок осуществляется вручную или механизированным способом с помощью осланцевателя, включающего в себя вагонетки с инертной пылью, перемещаемые шахтным электровозом. Осланцевание осуществляется нанесением на стены выработок инертной пыли, рассеиваемой через сопло с помощью вентилятора. В течение 6-часовой смены таким образом можно обработать около 1000 м выработки сечением 5–6 м².

К способам предупреждения взрыва угольной пыли, основанных на применении воды относятся уборка пыли; связывание пыли смачивающе-связывающими составами и побелкой; непрерывное связывание пыли с помощью туманообразующих завес. Орошение водой является одним из основных средств пылеподавления при зарубке и отбойке угля, при погрузке и транспортировании отбитой горной массы, при взрывных работах и т.п. При орошении происходит увлажнение и связывание отложившейся или находящейся в горной массе пыли, а также улавливание и осаждение взвешенной пыли водяными каплями. Для распыления воды применяют оросители различных типов: насадки, дающие компактную струю и форсунки – зонтичные, конусные и плоскоструйные (рис. 1).

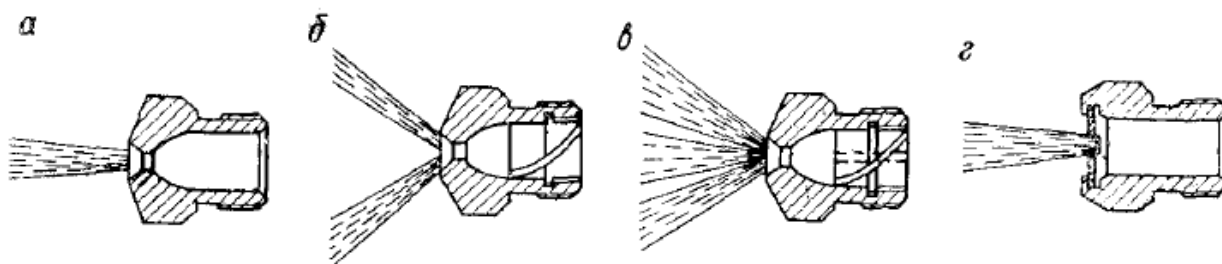


Рис. 1. Оросители: а – насадка; б – зонтичная форсунка; в – конусная форсунка; г – плоскоструйная форсунка

Для осаждения из воздуха взвешенной в нем пыли применяют водяные завесы, создаваемые группой форсунок, обычно зонтичных, располагаемых по периметру выработки так, что разбрызгиваемая ими вода перекрывает всё сечение выработки и осаждает пыль из проходящего по выработке воздуха (рис. 2).

Уборка пыли смыванием водой или растворами смачивателей заключается в том, что смоченная пыль потоком воды по водоотливным канавкам транспортируется в водосборники. Пыль, оставшаяся на почве выработки в виде шлама, невзрывоопасна и убирается по мере накопления.

Смывание пыли вручную целесообразно на участках длиной не выше 50–100 м. По сети выработок шахт применяют специальные машины, предназначенные как для смывания пыли, так и для побелки выработки и нанесения смачивающе-связывающих составов.

Для связывания пыли используется водный раствор, состоящий из 25% хлористого кальция и 2% смачивателя ДБ. С целью повышения времени защитного действия применяется состав с повышенной вязкостью в виде пасты, содержащей 21% хлористого кальция, 3% смачивателя ДБ, 10% хлористого магния и 10% известкового молока.

Смесь наносится по всей поверхности выработок, жидкой консистенции – форсунками, пасты – трубками-форсунками, представляющими собой расплюснутый на конце отрезок трубы.

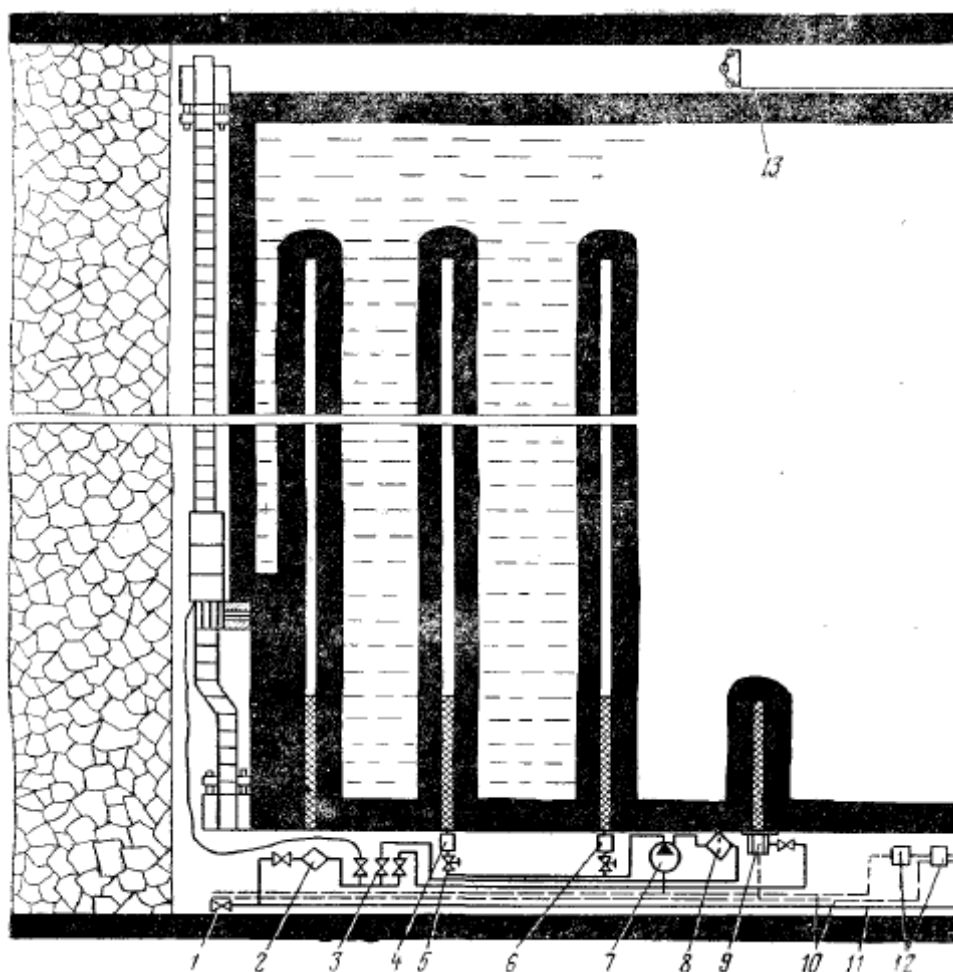


Рис. 2. Схема комплексного обеспыливания комбайновой лавы: 1;5 – вентиля;
2 – штрековый фильтр; 3 – водораспределительный пункт; 4 – гидрозатвор;
6 – счетчик-расходомер; 7 – насос; 8 – дозатор смачивателя; 9 – буровой станок;
10 – гибкий кабель; 11 – водопровод; 12 – распределительный пункт; 13 – водяная завеса

Хлористый кальций – вещество, раздражающее кожу, поэтому работы производятся в резиновых сапогах и перчатках, непромокаемой спецодежде и защитных очках. На кожу лица и рук наносится защитная цинковая мазь.

Для побелки применяется раствор, состоящий из одной части цемента, двух частей извести и 30 частей воды.

Непрерывное связывание пыли с помощью туманообразующих завес достигается тонким распылом воды форсунками. Количество распыляемой воды зависит от объема воздуха, проходящего по выработке в единицу времени. Расстояние между туманообразователями зависит от скорости движения воздуха в выработке.

ЛОКАЛИЗАЦИЯ ВЗРЫВОВ УГОЛЬНОЙ ПЫЛИ ЗАСЛОНАМИ

Заслонами изолируются очистные забои; отдельные забои подготовительных выработок; отдельные пласты; крылья шахтного поля; околоствольные дворы; конвейерные выработки; склады ВМ.

Заслоны разделяются на основные и первичные. Основные служат для изоляции пластов, крыльев шахтного поля, участков или забоев и устанавливаются как на поступающей, так и на исходящей струях. Основные заслоны могут быть переносными и стационарными. Переносные устанавливаются для изоляции очистных забоев и отдельных подготовительных выработок. Стационарные устанавливаются у сопряжений штреков с квершлагами, уклонами и бремсбергами.

Действие водяного или сланцевого заслона основано на том, что опережающая воздушная ударная волн, возникающая при взрыве пыли, сбрасывает, опрокидывает или разрушает сосуды с водой или полки с инертной пылью, и образующееся облако распыленной воды или инертной пыли охлаждает и гасит пламя взрыва. В то же время за счет массы воды или инертной пыли значительно снижается скорость распространения воздушной волны с 80-100 до 20-30 м/с, что затрудняет взметывание и перевод во взвешенное состояние осевшей угольной пыли за пределами заслона. Кроме того, облако мелкораспыленной инертной пыли или воды оказывает экранирующее действие, препятствуя передаче тепла радиацией от горящих частиц угольной пыли к частицам, находящимся перед фронтом пламени.

Основные сланцевые заслоны состоят из опрокидывающихся при взрыве полок, на которых размещается инертная пыль из расчета 400 кг на 1 м² поперечного сечения выработки. Длина заслона не менее 20 м (рис. 3).

В тех случаях, когда необходимо изолировать забои подготовительных выработок, находящихся на расстоянии от 40 до 150 м от очистных забоев, должны применяться первичные заслоны с принудительным срабатыванием (рис. 4). Действие такого заслона основано на том, что вынесенный вперед датчик срабатывает под действием светового излучения или слабого воздушного толчка, напр., от вспышки метана, воспламенившей угольную пыль, и приводит в действие исполнительный механизм, опрокидывающий полки с инертной пылью.

Основные водяные заслоны устраиваются из ряда опрокидывающихся пластмассовых сосудов вместимостью не более 80 л каждый. Сосуды устанавливаются на продольных и поперечных рейках. Расстояние между кровлей и верхней кромкой сосуда должно быть не менее 100 мм и не более 600 мм. Сосуды устанавливаются на расстоянии не менее 500 мм один от другого. Общая длина заслона не менее 30 м. Количество воды в заслоне определяется из расчета 400 л на 1 м² поперечного сечения выработки (рис. 5).

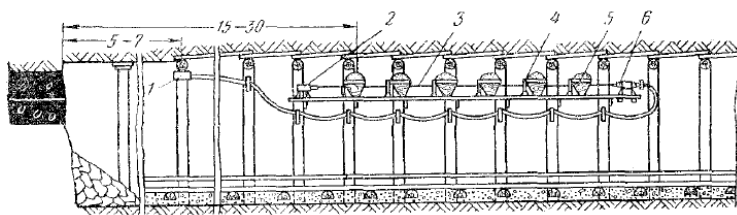


Рис. 3. Первичный сланцевый заслон с принудительным срабатыванием:
1 – фотоэлектрический датчик; 2 – механизм опрокидывания полков; 3 – трос; 4 – стойка;
5 – полки с инертной пылью; 6 – механизм спуска

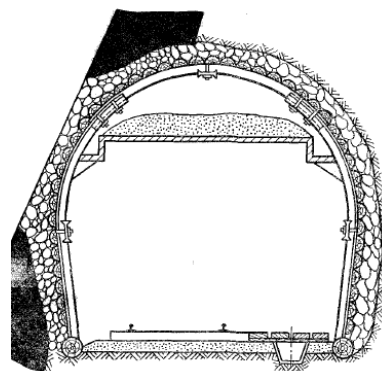


Рис. 4. Основной сланцевый заслон

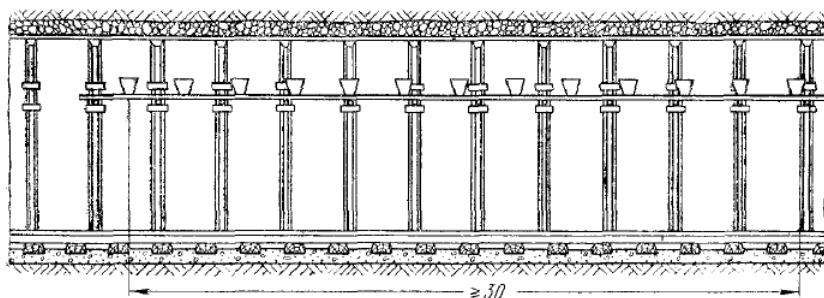
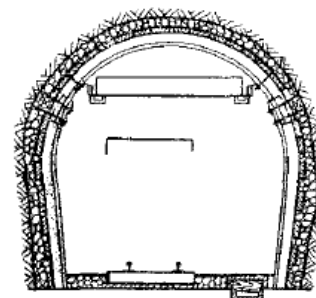
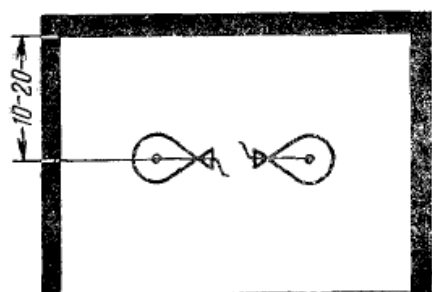
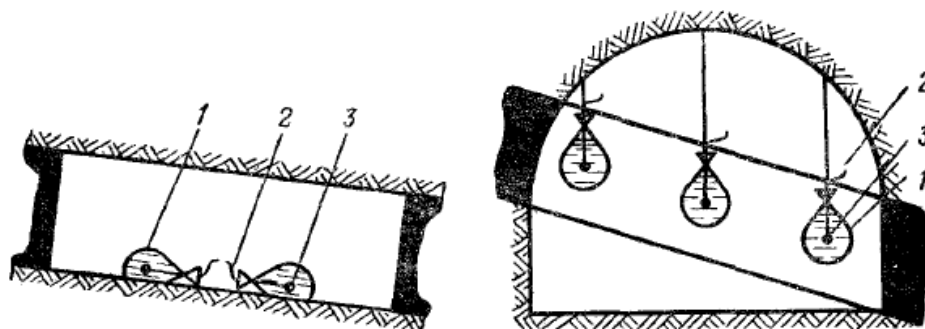


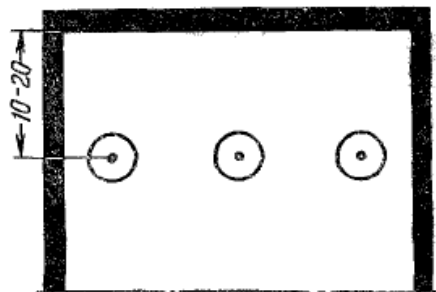
Рис. 5. Схема установки основного водяного заслона



Для борьбы с пылью при взрывных работах применяют орошение поверхности выработок перед взрыванием зарядов ВВ в шпурах, водяные завесы, создаваемые взрыванием заряда ВВ в полиэтиленовых сосудах с водой (рис. 6).



а



б

Рис. 6. Схема расположения полиэтиленовых сосудов с водой: а – в угольном забое; б – в смешанном забое; 1 – полиэтиленовый сосуд с водой; 2 – электровзрывная сеть; 3 – заряд ВВ в специальной оболочке

Переносные основные заслоны устанавливаются на расстоянии не менее 75 и не более 250 м от забоев очистных и подготовительных выработок.

Первичные заслоны срабатывают с помощью фотоэлектрического датчика, установленного на расстоянии 5–7 м от забоя. Принцип работы датчика основан на использовании инфракрасной (тепловой) области излучения пламени взрыва и преобразовании фотоэлектрического импульса в импульс тока большой силы, который взрывает электродетонатор в механизме спуска.

КОНТРОЛЬ ПЫЛЕВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТИ ВЫРАБОТОК И СОСТОЯНИЯ ЗАСЛОНОВ

Контроль выполнения мероприятий по предупреждению и локализации взрывов угольной пыли производится ежемесячно надзором участка и не реже 2 раз в месяц надзором участка ВТБ. Контроль осланцевания осуществляется визуальным осмотром отложений угольной пыли. Выработка считается пылевзрывобезопасной, если в ней нет поверхностей, не покрытых инертной пылью, а поверх инертной пыли нет накоплений угольной пыли. В противном случае выработка является пылевзрывоопасной и подлежит немедленному осланцеванию.

Не реже одного раза в квартал контроль производится лабораториями ВГСЧ, путем отбора проб инертной пыли для проверки содержания в ней горючих веществ.

Контроль состояния заслонов состоит в проверке правильности их установки, числа и исправности полок. Проверяется также пригодность инертной пыли. Если пыль при сжатии в руке высыпается между пальцами, образуя облако, а остаток спрессованной в руке пыли при разжатии кисти рассыпается, то пыль отвечает предъявляемым к ней требованиям.

На участках с водяными заслонами влажность просыпавшейся пыли и угольной мелочи должна быть не менее 12%. При этом угольная мелочь, сжатая в руке, должна комковаться. При этом раз в квартал ВГСЧ отбирает пробы угольной пыли и мелочи с почвы для определения содержания в них внешней влаги.

ПЫЛЕВОЙ РЕЖИМ В СЕРНЫХ И КОЛЧЕДАННЫХ ШАХТАХ

Основным фактором взрывоопасности пыли серных и колчеданных руд является содержание в них серы, что и обуславливает характер пылевого режима.

В серных шахтах нижний взрывоопасный предел содержания серы в руде находится на уровне 12%. Поэтому при содержании серы 12% и более

шахты являются опасными по пыли и в них вводится пылевой режим. По характеру пылевого режима серные шахты разделяются на две группы:

- I группа – шахты с содержанием серы в руде от 12 до 18%,
- II группа – более 18%.

В шахтах I группы перед заряданием шпуров с поверхности подготовительных выработок на протяжении не менее 10 м, а в очистном забое на протяжении не менее 30 м от крайней скважины, смывают серную пыль.

В шахтах II группы пыль с забоя и всей поверхности выработок призабойной зоны смывают не только перед заряданием, но и систематически. Взрывание производится с применением предохранительных ВВ и электродетонаторов короткозамедленного действия. При взрывании водораспылительной завесой создается предохранительная среда. Кроме того, применяется гидрозабойка шпуров.

В колчеданных шахтах нижний взрывоопасный предел содержания серы в руде составляет 35%. Поэтому шахты относят к опасным по пыли и на них вводят пылевой режим при содержании серы в руде 35% и выше. При этом пылевой режим устанавливается не в шахте в целом, а в отдельных забоях.

Для предупреждения взрыва пыли проводятся следующие мероприятия:

- огневое и электрическое взрывание ВВ не ниже II класса и орошение водой выработки на расстоянии не менее 5 м в обе стороны от места установки заряда при взрывных работах;
- применение водяной забойки или гидропасты из водного раствора жидкого стекла при зарядании шпуров;
- взрывные работы производятся после вывода людей в безопасное место, установленное паспортом, утвержденным главным инженером шахты.

В серных и в колчеданных шахтах рабочие и лица надзора снабжаются изолирующими самоспасателями. Лица сменного надзора и бригадиры обеспечиваются газоанализаторами ГХ.

В случае взрыва пыли в забое допуск людей на участок разрешается только по согласованию с командиром ВГСЧ, обследовавшим участок.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Укажите порядок отнесения шахт к опасным по пыли.
2. Укажите основные мероприятия по предупреждению и локализации взрыва угольной пыли.
3. Укажите область применения способов пылевзрывозащиты, основанных на использовании инертной пыли и воды.
4. Укажите требования, предъявляемые к инертной пыли и производству осланцевания выработок.

5. Укажите и охарактеризуйте способы предупреждения взрывов пыли, основанные на применении воды.
6. Какие участки горных выработок изолируются заслонами?
7. Каким образом устраиваются основные сланцевые заслоны?
8. Каким образом устраиваются основные водяные заслоны?
9. Укажите порядок осуществления контроля пылевзрывобезопасности выработок и состояния заслонов.
10. Укажите факторы, определяющие взрывоопасность пыли серных и колчеданных руд.
11. Укажите меры безопасности при зарядании шпуров в серных шахтах I группы.
12. Укажите меры безопасности при зарядании шпуров в серных шахтах II группы.
13. Укажите мероприятия предупреждения взрыва пыли и меры безопасности в колчеданных шахтах.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РАСЧЕТНЫЕ РАБОТЫ

Общие сведения. Противопылевые мероприятия путем нагнетания воды в пласт, орошения воздуха водой, подачи воды на режущий орган комбайна и создания водяной завесы проводятся с целью снижения запыленности воздуха в рабочей зоне, уменьшения отложения пыли на вентиляционном штреке с исходящей струей, а также снижения риска взрыва угольной пыли.

Практическая расчетная работа 1

РАСЧЕТ ПРОТИВОПЫЛЕВЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ ВЫРАБОТОК

Цель работы: произвести расчет противопылевых мероприятий для подготовительной выработки, проводимой проходческими комбайнами по пласту угля с удельным пылевыделением $g_{пл} \geq 90 \text{ г/т}$.

Для данных условий может быть применен комплекс обеспыливающих мероприятий, включающий: увлажнение горного массива с помощью длинных скважин, орошение с подачей орошающей жидкости на режущий инструмент, пылеотсос с последующим пылеулавливанием, а также очистку исходящей из выработки вентиляционной струи с помощью водяных завес.

Увлажнение горного массива с помощью длинных скважин. При нагнетании жидкости в забой подготовительной выработки через передовую скважину основными параметрами являются: диаметр скважины $d_{скв}$, м; длина скважины $L_{скв}$, м; радиус увлажнения R , м; глубина герметизации скважины L_z , м; давление нагнетания P_n , кгс/см²; расход жидкости на одну скважину Q_c , м³; темп нагнетания g_n , м³/ч или л/мин; продолжительность нагнетания T , ч. Диаметр скважин $d_{скв}$ определяется в зависимости от длины скважины и длины бурового инструмента, и на практике колеблется в пределах 45-100 мм.

Длина скважины определяется из выражения:

$$L_{скв} = L_z + n \cdot L_{нед}, \quad (1)$$

где n – количество недель ($n = 1$); $L_{нед}$ – недельное подвигание подготовительного забоя, м.

Подвигание забоя принимается кратным неделе, с таким расчетом, чтобы бурение и нагнетание проводились в нерабочие дни.

Недельное подвигание забоя определяется из расчета, что в неделе 6 рабочих дней, $n_n = 6$, за один рабочий день производится 2 цикла по проходке выработки, $n_d = 2$.

$$L_{нед} = n_n \cdot n_d \cdot L_{см}, \quad (2)$$

где $L_{см}$ – подвигание подготовительного забоя за смену, м.

Радиус увлажнения R определяется из выражения:

$$R = 2h, \quad (3)$$

где h – высота выработки вчерне (мощность слоя), м.

Расход жидкости на одну скважину Q_c (м³) равен:

$$Q_c = \frac{\pi \cdot R^2 \cdot \gamma \cdot q_l \cdot L_{нед}}{1000} \quad (4)$$

где γ – объемный вес угля, т/м³, q_l – удельный расход жидкости, л/т

$$q_l = 10 \cdot \Delta W \quad (5)$$

где ΔW – прирост влаги, %.

Темп нагнетания q_n принимается равным производительности насосных установок. Для насосов УНВ-2 – 30 л/мин; УН-35 – 35 л/мин; 2УГНМ – 45 л/мин.

Продолжительность нагнетания T (ч) определяется по формуле:

$$T = \frac{Q_c}{60 \cdot q_n} \quad (6)$$

Орошение при работе проходческого комбайна. Расход воды, необходимый для орошения, определяется из выражения:

$$Q_0 = A \cdot q_2 \quad (7)$$

где A – производительность проходческого комбайна, т/мин; q_2 – удельный расход воды. Для проходческих комбайнов избирательного действия $q_2 = 40$ л/т.

Число форсунок в оросительной системе должно обеспечивать расчетный расход воды при ее требуемом давлении. При среднем времени работы комбайна 2 часа в смену и трехсменном режиме работы общий расход воды за сутки Q'_0 (м³/сут) составит:

$$Q'_0 = \frac{3 \cdot 2 \cdot 60 \cdot Q_0}{1000} \quad (8)$$

Пылеулавливание при работе проходческого комбайна. Согласно нормативным требованиям проходческие комбайны должны быть оборудованы пылеулавливающими установками, предназначенными для отсоса и последующего улавливания витающей пыли.

Расход воды на пылеулавливание $Q'_{\text{общ}}$ рассчитывается из условия рекомендуемого удельного ее расхода:

$$Q'_{\text{общ}} = Q_1 \cdot q_3 \quad (9)$$

где q_3 – удельный расход воды на пылеулавливание, л/м³ воздуха; Q_1 – производительность вентилятора для пылеулавливающей установки: для вентилятора В-1МП – 140 м³/мин, для вентилятора В-2М – 200 м³/мин.

Расход воды на пылеулавливание за сутки, л/сут.:

$$Q_{\text{общ}} = 3 \cdot 2 \cdot 60 \cdot Q'_{\text{общ}} \quad (10)$$

Обеспыливание воздуха водяной завесой. Очистка от пыли вентиляционного потока воздуха производится с помощью водяной завесы ВЗ-1, устанавливаемой в 40-50 м от забоя и включаемой периодически (в период наибольшего пылеобразования). Завеса подключается к пожарно-оросительному водопроводу. С учетом того, что водяная завеса эксплуатируется в среднем 1,5 часа в смену, суточный расход воды, л/сут, составит:

$$Q_3 = 3 \cdot 1,5 \cdot 60 \cdot Q_v \cdot q_4 \quad (11)$$

где Q_v – количество воздуха, проходящего в месте установки водяной завесы, м³/мин; q_4 – удельный расход воды на создание водяной завесы, л/м².

Ожидаемый уровень запыленности воздуха в зоне работы комбайна. Общий эффект снижения запыленности воздуха при применении выбранного комплекса мероприятий рассчитывается по зависимости:

$$\mathcal{E} = 1 - (1 - \mathcal{E}_1) \cdot (1 - \mathcal{E}_2) \cdot (1 - \mathcal{E}_3) \quad (12)$$

где $\mathcal{E}$ – общий эффект снижения запыленности воздуха; $\mathcal{E}_1 = 0,6$ – эффективность пылеподавления при предварительном увлажнении; $\mathcal{E}_2 = 0,8$ – эффективность пылеподавления при орошении; $\mathcal{E}_3 = 0,7$ – эффективность пылеотсоса.

Остаточная запыленность $C_{ост}$ рассчитывается из выражения:

$$C_{ост} = C_{нач} - C_{нач} \cdot \mathcal{E} \quad (13)$$

где $C_{нач}$ – начальная концентрация пыли, мг/м³.

Если остаточная запыленность превышает уровень предельно допустимых концентраций необходимо планировать применение противопылевых респираторов. Предельно допустимая концентрация для угольной пыли на рабочих местах – 10 мг/м³.

Исходные данные для расчета противопылевых мероприятий при проведении подготовительных выработок представлены в табл. 1.

Таблица 1

Исходные данные для расчета противопылевых мероприятий при проведении подготовительных выработок

№	Параметры	Усл. обоз.	Варианты									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Глубина герметизации, м	L _г	3	3	3,5	3,5	3,0	3,0	3,5	3,0	3	3
2	Подвигание подготовительного забоя за цикл, м	L _ц	2,3	2,3	2,4	2,5	2,6	2,5	2,4	2,3	2,2	2,2
3	Высота увлажняемого слоя (мощность угольного пласта), м	h	1,2	1,3	1,4	1,2	1,3	1,4	1,2	1,4	1,4	1,2
4	Объемный вес угля, т/м ³	Y	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7
5	Прирост влаги, %	ΔW	2,0	2,0	2,5	2,5	2,0	2,0	2,5	2,5	2,0	2,0
6	Тип проходческого комбайна		ГПКС			4ПП-2м			4ПП-5			
7	Производительность проходческого комбайна, т/мин	A	1,8	1,8	1,8	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
8	Тип насоса		УНВ-2			УН-35			2УГНМ			
9	Удельный расход воды на пылеулавливание, л/м ³	g _з	0,2	0,18	0,17	0,16	0,15	0,14	0,13	0,12	0,11	0,1
10	Тип вентилятора пылеулавливающей установки		В-1МП					В-2М				
10	Количество воздуха проходящего через водяную завесу, м ³ /мин	Q _в	200	250	300	350	400	400	400	450	500	500
11	Удельный расход воды на создание завесы, л/м ³ воздуха	g ₄	0,1	0,05	0,09	0,06	0,08	0,08	0,08	0,09	0,09	0,09
12	Начальная концентрация пыли, мг/м ³	C _{нач}	1500	1600	1700	1800	1900	2000	2100	2200	2300	2400

Практическая расчетная работа 2

РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ПРОТИВОПЫЛЕВЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ОЧИСТНОГО ЗАБОЯ

Цель работы: рассчитать параметры обеспыливания для мероприятий, которые должны проводиться при отработке пластов III группы пыльности. В этом случае для обеспыливания воздуха в очистном забое применяется комплекс противопылевых мероприятий, включающий: предварительное увлажнение угля в массиве, орошение при работе комбайна и в местах пересыпа угля, а также очистку воздуха, исходящего из очистного забоя, водяной завесой.

Предварительное увлажнение угля в массиве через скважины, пробуренные из подготовительных выработок. Для бурения скважин используется буровая установка БЖ45-100Э, позволяющая бурить скважины диаметром 45 мм, длиной до 100 м. Так как бурение скважин осуществляется из вентиляционного и откаточного штреков, длину скважин $L_{\text{СКВ}}$ определяют из выражения:

$$L_{\text{СКВ}} = \frac{L_1}{2} - 15 \quad (14)$$

где L_1 – длина очистного забоя, м.

Скважины бурят по середине пласта. Расстояние между скважинами принимается от 10-30 м, герметизация скважин осуществляется с помощью герметизатора «Таурас». Количество жидкости $Q_{\text{СКВ}}$ (м^3), которое необходимо подавать в скважину, определяется по формуле:

$$Q_{\text{СКВ}} = \frac{1,1 \cdot L_{\text{СКВ}} \cdot L_c \cdot \gamma \cdot H \cdot q_1}{1000} \quad (15)$$

где L_c – расстояние между скважинами, м; γ – средняя плотность угля, $\text{т}/\text{м}^3$; H – мощность пласта, м; q_1 – удельный расход жидкости, л/т.

Продолжительность нагнетания жидкости в скважину $T_{\text{н}}(\text{ч})$ определяется из выражения:

$$T_{\text{н}} = \frac{Q_{\text{СКВ}}}{q_{\text{н}}} \quad (16)$$

где $q_{\text{н}}$ – темп нагнетания, $\text{м}^3/\text{ч}$.

Темп нагнетания принимаем равным производительности насосных установок, для насосов УНВ-2 – 30 л/мин, УН-35 – 35 л/мин, 2УГНМ – 45 л/мин.

Продолжительность бурения скважины:

$$T_{\text{бур.}} = \frac{L_{\text{скв}}}{V_6} \quad (17)$$

где $V_6 = 7,5$ м/ч – принимаемая скорость бурения скважины бурильной установкой БЖ45-100Э.

Расстояние между первой скважиной и плоскостью очистного забоя определим из выражения:

$$L_3 = T \cdot V_0 + 15 \quad (18)$$

где T – продолжительность бурения скважины и нагнетания в нее жидкости, ч; V_0 – средняя скорость подвигания очистного забоя м/сут,

$$T = T_{\text{бур.}} + T_{\text{н}} \quad (19)$$

$$V_0 = \frac{A_c}{H_k \cdot H \cdot \gamma \cdot L_1} \quad (20)$$

где A_c – суточная нагрузка на забой, т; H_k – захват комбайна, м; H – вынимаемая мощность пласта, м.

Для повышения эффективности предварительного увлажнения угля в массиве к воде целесообразно добавлять смачиватель ДБ до достижения его концентрации 0,2 %.

Предварительное увлажнение угля в массиве через скважины, пробуренные из очистного забоя. Необходимая длина скважины определяется из выражения:

$$L_{\text{скв}} = L_{\Gamma} + L_{\text{нед}} \quad (21)$$

где L_{Γ} – глубина герметизации скважин, м; $L_{\text{нед}}$ – недельное подвигание лавы, м.

$$L_{\text{нед}} = \frac{6 \cdot A_c}{H_k \cdot H \cdot \gamma \cdot L_l} \quad (22)$$

где A_c – суточная нагрузка на забой, т/сут; H_k – захват комбайна, м; H – вынимаемая мощность пласта, м; γ – средняя плотность угля, т/м³; L_l – длина лавы, м.

Количество жидкости Q_c (м³), которое необходимо подать в скважину, определяется по формуле:

$$Q_c = \frac{1,1 \cdot (L_{\text{нед}} - L_{\Gamma}) \cdot L_c \cdot H \cdot q_l \cdot \gamma}{1000} \quad (23)$$

где L_c – расстояние между скважинами, м; q_l – удельный расход воды, л/т.

Продолжительность нагнетания жидкости в скважину T_n (ч) определяется по формуле:

$$T_n = \frac{Q_c}{q_n} \quad (24)$$

Орошение при работе выемочного комбайна. Расход воды Q_3 (л/мин), используемый для орошения на комбайне, определяется из выражения:

$$Q_3 = P_k \cdot q_2 \quad (25)$$

где P_k – производительность комбайна, т/мин; q_2 – удельный расход воды, л/т.

Суточный расход воды на орошение составит:

$$Q_{\text{сут}} = A \cdot q_2 \quad (26)$$

где A – суточная добыча угля из забоя, т.

Обеспыливание вентиляционной струи, исходящей из очистного забоя. Применение увлажнения угля в массиве и орошения при работе комбайна позволит обеспечить остаточную запыленность воздуха на уровне:

$$N = \frac{1000 \cdot q_{\text{пл}} \cdot V \cdot 16,7 \cdot K_m \cdot K_n \cdot P_k}{\omega} K_d \cdot K_v \cdot K_c \quad (27)$$

где $q_{\text{пл}}$ – удельное пылевыведение шахтопласта, г/т; V – скорость движения воздуха в очистном забое, м/с; ω – количество воздуха, проходящего по забою, м³/мин; K_m – показатель приведенной степени измельчения; K_n – показатель, учитывающий изменение удельного пылевыведения в зависимости от компоновки комбайна; K_d – коэффициент, учитывающий верхний предел крупности пыли, $K_d = 1,34$; – коэффициент, учитывающий влияние скорости движения воздуха (определяется по графику, представленному на рис 7; K_c – коэффициент, учитывающий наличие обеспыливающих мероприятий:

$$K_c = (1 - \mathcal{E}_1) \cdot (1 - \mathcal{E}_2) \quad (28)$$

где $\mathcal{E}_1 = 0,6$ – эффективность увлажнения угля в массиве; $\mathcal{E}_2 = 0,8$ – эффективность орошения на комбайне.

Для обеспыливания вентиляционной струи и снижения пылеотложения на вентиляционном штреке в 10 – 20 м от выхода из очистного забоя устанавливается однорядная водяная завеса. Расход воды завесой составит:

$$Q = \omega \cdot q_3 \quad (29)$$

где ω – количество воздуха, проходящего через очистной забой и водяную завесу, м³/мин; q_3 – удельный расход воды для очистки воздуха от пыли, л/м³ воздуха

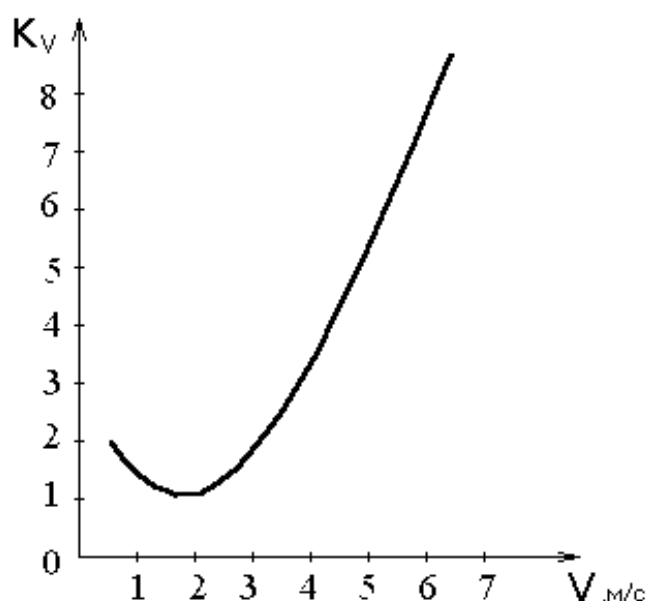


Рис. 7. Зависимость коэффициента K_v от скорости воздуха в очистном забое

Обеспыливание на погрузочном пункте очистного забоя. Подавление пыли, образующейся в месте пересыпа угля из забойного конвейера на штрековый, осуществляется с помощью конусных оросителей с углом раскрытия факела 75° . Для данных условий удельный расход воды должен составлять 5 л/т.

Суточный расход воды $Q_{\text{сут}}$ (м^3) для орошения на погрузочном пункте составит:

$$Q_{\text{сут}} = A \cdot q_4 \quad (30)$$

где A – суточная добыча угля из забоя, т; q_4 – удельный расход воды, л/т.

Расчёт нагнетания воды в угольный массив с помощью высоконапорных насосных установок для пластов мощностью более 1,3 м (расчетные варианты 1 – 5) производить только из подготовительных выработок, а для пластов мощностью менее 1,3 м (расчетные варианты 6 – 10) – только через скважины, пробуренные из очистного забоя. Исходные данные для расчетов представлены в табл. 2.

Таблица 2

Исходные данные для расчета противопылевых мероприятий очистного забоя

№ п/п	Параметры	Усл. обоз.	Варианты									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Длина очистного забоя, м	L ₁	200	200	200	190	190	190	175	175	180	180
2	Расстояние между скважинами, м	L _с	25	23	20	26	25	25	30	28	26	25
3	Средняя плотность угля, т/м ³	Y	1,71	1,71	1,71	1,37	1,37	1,35	1,3	1,45	1,71	1,71
4	Мощность пласта, м	H	1,8	1,7	1,9	1,4	1,3	1,0	0,8	0,9	1,0	1,1
5	Удельный расход жидкости при нагнетании воды в пласт, л/т	g ₁	20	20	15	25	25	15	18	19	25	25
6	Суточная нагрузка на забой, т	A _с	900	800	900	750	750	650	650	650	650	650
7	Тип комбайна		ГШ68	ГШ68	K103	ГШ68	K103	K103	1K101	1K101	1K101	1K101
8	Захват комбайна, м	H _к	0,63	0,63	0,8	0,63	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
9	Производительность комбайна, т/мин	P _к	3,5	3,5	1,7	3,0	1,7	1,7	1,2	1,2	1,2	1,2
10	Тип насосной установки		УНВ-2		УН-35		2ГНУМ		УНВ-2			
11	Удельный расход жидкости при орошении на комбайне, л/т	g ₂	30	30	30	25	30	25	25	30	25	30
12	Удельное пылевыведение шахтопласта, г/т	g _{пл}	140	140	130	130	140	120	125	130	130	150
13	Глубина герметизации скважин, м	L _г	5,5	5,5	6,0	6,5	6,5	6,0	6,0	6,0	6,5	6,5
14	Количество воздуха, проходящего по забою, м ³ /мин	ω	900	900	800	600	700	700	500	500	400	500
15	Скорость движения воздуха в очистном забое, м/с	V	1,8	1,8	1,8	1,9	1,9	1,9	1,7	1,8	1,9	1,5
16	Показатель приведенной степени измельчения	K _м	0,034	0,05	0,039	0,055	0,065	0,07	0,095	0,09	0,08	0,07
17	Показатель, учитывающий изменение удельного пылевыведения	K _п	1,1	1,1	1,1	1,1	2,1	1,5	1,4	1,4	1,4	1,4
18	Удельный расход воды для очистки воздуха от пыли, л/м ³ воздуха	g ₃	0,05	0,06	0,07	0,068	0,05	0,05	0,06	0,06	0,06	0,06
19	Удельный расход воды на погрузочном пункте, л/т	g ₁	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
20	Максимальный размер частиц пыли, витающей в воздухе, мкм	d	90	90	95	100	95	90	90	70	60	60
21	Эффективность увлажнения угля в массиве, доли ед.	Э ₁	0,5	0,51	0,52	0,53	0,54	0,55	0,56	0,57	0,58	0,59
22	Эффективность орошения на комбайне, доли ед.	Э ₂	0,83	0,84	0,83	0,84	0,84	0,83	0,84	0,83	0,84	0,83

ПРИМЕРЫ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ РАСЧЕТНЫХ РАБОТ

Пример выполнения практической расчетной работы 1

Исходные данные:

Глубина герметизации скважины $L_{\Gamma} = 3,5$ м;

Подвигание подготовительного забоя за цикл $L_{\text{ц}} = 2,2$ м;

Высота увлажняемого слоя (мощность угольного пласта) $h = 1,3$ м;

Объемный вес угля $\gamma = 1,7$ т/м³;

Прирост влаги $\Delta W = 2,5$ %;

Тип проходческого комбайна 4ПП-5;

Производительность проходческого комбайна $A = 3,5$ т/мин.;

Тип используемого насоса 2УГНМ, который обеспечивает темп нагнетания в скважину $q_{\text{н}} = 30$ л/мин;

Удельный расход воды на пылеулавливание $q_3 = 0,12$ л/м³;

Тип вентилятора пылеулавливающей установки В-2М;

Количество воздуха, проходящего через водяную завесу $Q_{\text{в}} = 450$ м³/мин;

Удельный расход воды на создание завесы $q_4 = 0,06$ л/м³ воздуха;

Начальная концентрация пыли в воздухе $C_{\text{нач.}} = 2200$ мг/м³.

Определить расход воды на проведение противопылевых мероприятий и остаточную запыленность рудничного воздуха.

Порядок выполнения работы:

1. Увлажнение горного массива с помощью длинных скважин

Длину скважины определим из выражения (1):

$$L_{\text{скв}} = L_{\Gamma} + n \cdot L_{\text{нед}}, = 3,5 + 1 \cdot 14,2 = 17,7 \text{ м};$$

где n – количество недель ($n = 1$); $L_{\text{нед}}$ – недельное подвигание подготовительного забоя, м.

Недельное подвигание забоя определено по формуле (2), из расчета, что в неделе 6 рабочих дней, $n_{\text{н}} = 6$, за один рабочий день производится 2 цикла по проходке выработки, $n_{\text{д}} = 2$:

$$L_{\text{нед}} = n_{\text{н}} \cdot n_{\text{д}} \cdot L_{\text{см}}, = 6 \cdot 2 \cdot 2,2 = 14,2 \text{ м},$$

где $L_{\text{см}}$ – подвигание подготовительного забоя за смену, м.

Радиус увлажнения R определим из выражения (3):

$$R = 2h = 2 \cdot 1,3 = 2,6 \text{ м,}$$

где h – высота выработки в черне (мощность слоя), м.

Расход жидкости на одну скважину Q_c (м³) определим из выражения (4), удельный расход жидкости – из выражения (5):

$$Q_c = \frac{\pi \cdot R^2 \cdot \gamma \cdot q_l \cdot L_{\text{нед}}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 2,6^2 \cdot 1,7 \cdot 25 \cdot 17,7}{1000} = 16 \text{ м}^3$$

где γ – объемный вес угля, т/м³, q_l – удельный расход жидкости, л/т

$$q_l = 10 \cdot \Delta W = 10 \cdot 2,5 = 25 \frac{\text{л}}{\text{т}}$$

где ΔW – прирост влаги, %.

Продолжительность нагнетания воды в скважину T (ч) определим из выражения (6):

$$T = \frac{Q_c}{60 \cdot q_n} = \frac{16}{60 \cdot 0,03} = \frac{16}{1,8} = 8,8 \text{ час}$$

2. Орошение при работе проходческого комбайна

Расход воды, необходимый для орошения, определим из выражения (7):

$$Q_0 = A \cdot q_2 = 3,5 \cdot 40 = 140 \frac{\text{л}}{\text{мин}}$$

гд: A – производительность проходческого комбайна, т/мин; q_2 – удельный расход воды. Для проходческих комбайнов избирательного действия $q_2 = 40$ л/т.

Общий расход воды за сутки Q'_0 (м³/сут) определим из выражения (8):

$$Q'_0 = \frac{3 \cdot 2 \cdot 60 \cdot Q_0}{1000} = \frac{3 \cdot 2 \cdot 60 \cdot 140}{1000} = 50,4 \frac{\text{м}^3}{\text{сутки}}$$

3. Пылеулавливание при работе проходческого комбайна

Расход воды на пылеулавливание $Q'_{\text{общ}}$ рассчитывается по формуле (9), из условия ее рекомендуемого удельного расхода:

$$Q'_{\text{общ}} = Q_1 \cdot q_3 = 200 \cdot 0,12 = 24 \frac{\text{л}}{\text{мин}}$$

где q_3 - удельный расход воды на пылеулавливание, л/м³ воздуха; $Q_1 = 200 \text{ м}^3/\text{мин}$ - производительность вентилятора В-2М для пылеулавливающей установки.

Расход воды на пылеулавливание за сутки, л/сут., определим из выражения (10):

$$Q_{\text{общ}} = 3 \cdot 2 \cdot 60 \cdot Q'_{\text{общ}} = 3 \cdot 2 \cdot 60 \cdot 24 = 8640 \frac{\text{л}}{\text{сут}}$$

4. Обеспыливание воздуха водяной завесой

Суточный расход воды, л/сут, на организацию завесы определим из выражения (11):

$$Q_3 = 3 \cdot 1,5 \cdot 60 \cdot Q_v \cdot q_4 = Q_3 = 3 \cdot 1,5 \cdot 60 \cdot 450 \cdot 0,06 = 7290 \frac{\text{л}}{\text{сут}}$$

где: Q_v – количество воздуха, проходящего в месте установки водяной завесы, м³/мин; q_4 – удельный расход воды на создание водяной завесы, л/м².

5. Ожидаемый уровень запыленности воздуха в зоне работы комбайна

Общий эффект снижения запыленности воздуха при применении выбранного комплекса мероприятий рассчитывается по зависимости (12):

$$\mathcal{E} = 1 - (1 - \mathcal{E}_1) \cdot (1 - \mathcal{E}_2) \cdot (1 - \mathcal{E}_3) = 1 - (1 - 0,6) \cdot (1 - 0,8) \cdot (1 - 0,7) = 0,976$$

где $\mathcal{E}$ – общий эффект снижения запыленности воздуха; $\mathcal{E}_1 = 0,6$ – эффективность пылеподавления при предварительном увлажнении; $\mathcal{E}_2 = 0,8$ – эффективность пылеподавления при орошении; $\mathcal{E}_3 = 0,7$ – эффективность пылеотсоса.

Остаточную запыленность $C_{\text{ост}}$ рассчитаем из выражения (13):

$$C_{\text{ост}} = C_{\text{нач}} - C_{\text{нач}} \cdot \mathcal{E} = 2200 - 2200 \cdot 0,976 = 52,8 \frac{\text{мг}}{\text{м}^3}$$

где $C_{\text{нач}}$ – начальная концентрация пыли, мг/м³.

Вывод: выполненные расчеты показывают, что существующий комплекс обеспыливающих мероприятий не позволяет достичь санитарных норм запыленности воздуха рабочей зоны. Следовательно, для защиты органов дыхания горнорабочих необходимо применять противопылевые респираторы.

Пример выполнения практической расчетной работы 2

Исходные данные:

Длина очистного забоя $L_l = 175$ м;
Расстояние между скважинами $L_c = 25$ м;
Средняя плотность угля $\gamma = 1,37$ т/м³;
Мощность угольного пласта $H = 0,9$ м;
Удельный расход жидкости при нагнетании воды в пласт $q_l = 18$ л/т;
Суточная нагрузка на забой $A_c = 650$ т;
Тип проходческого комбайна 1К101;
Захват комбайна $H_k = 0,8$ м;
Производительность проходческого комбайна $P_k = 1,2$ т/мин.;
Тип насосной установки УНВ-2;
Удельный расход жидкости при орошении на комбайне $q_2 = 30$ л/т;
Удельное пылевыведение шахтопласта $q_{пл} = 130$ г/т;
Глубина герметизации скважин $L_r = 6,0$ м;
Количество воздуха, проходящего по забою $\omega = 500$ м³/мин;
Скорость движения воздуха в очистном забое $V = 1,8$ м/с;
Показатель приведенной степени измельчения $K_m = 0,09$;
Показатель, учитывающий изменение удельного пылевыведения $K_n = 1,4$;
Удельный расход воды для очистки воздуха от пыли $q_3 = 0,06$ л/м³;
Удельный расход воды на погрузочном пункте $q_1 = 5$ л/т;
Минимальный размер частиц пыли, витающей в воздухе $d = 75$ мкм;
Эффективность увлажнения угля в массиве, доли ед., $\mathcal{E}_1 = 0,57$;
Эффективность орошения на комбайне, доли ед., $\mathcal{E}_2 = 0,83$.

Рассчитать параметры обеспыливания для мероприятий, которые должны проводиться при отработке пластов III группы пыльности.

Порядок выполнения работы:

1. Предварительное увлажнение угля в массиве через скважины, пробуренные из подготовительных выработок

Длину скважин $L_{скв}$ определим из выражения (14):

$$L_{скв} = \frac{L_1}{2} - 15 = \frac{175}{2} - 15 = 72,5 \text{ м}$$

где L_l – длина очистного забоя, м.

Количество жидкости $Q_{скв}$ (м³), которое необходимо подавать в скважину, определим по формуле (15):

$$Q_{\text{СКВ}} = \frac{1,1 \cdot L_{\text{СКВ}} \cdot L_c \cdot \gamma \cdot H \cdot q_1}{1000} = \frac{1,1 \cdot 72,5 \cdot 25 \cdot 1,37 \cdot 0,9 \cdot 18}{1000} = 44 \text{ м}^3$$

где L_c - расстояние между скважинами, м; γ – средняя плотность угля, т/м³; H – мощность пласта, м; q_1 – удельный расход жидкости, л/т.

Продолжительность нагнетания жидкости в скважину T_n (ч) определяется из выражения (16):

$$T_n = \frac{Q_{\text{СКВ}}}{q_n} = \frac{44}{0,03} = 24 \text{ ч}$$

где q_n – темп нагнетания, м³/ч, для насосов УНВ-2 составляет 30 л/мин.

Продолжительность бурения скважины определим из выражения (17):

$$T_{\text{бур.}} = \frac{L_{\text{СКВ}}}{V_6} = \frac{72,5}{7,5} = 9,7 \text{ ч}$$

где $V_6 = 7,5$ м/ч – принимаемая скорость бурения скважины бурильной установкой БЖ45-100Э.

Расстояние между первой скважиной и плоскостью очистного забоя определим из выражения (18):

$$L_3 = T \cdot V_0 + 15$$

где T – продолжительность бурения скважины и нагнетания в нее жидкости, ч; V_0 , – средняя скорость продвижения очистного забоя м/сут.

Продолжительность бурения скважины и нагнетания в нее жидкости определим из выражения (19), среднюю скорость продвижения очистного забоя – из выражения (20):

$$T = T_{\text{бур.}} + T_n = 24 + 9,7 = 33,7 \text{ ч}$$

$$V_0 = \frac{A_c}{H_k \cdot H \cdot \gamma \cdot L_1} = \frac{650}{0,8 \cdot 0,9 \cdot 1,37 \cdot 175} = 3,8 \text{ м}$$

где A_c – суточная нагрузка на забой, т; H_k – захват комбайна, м; H – вынимаемая мощность пласта, м.

Отсюда

$$L_3 = T \cdot V_0 + 15 = 33,7 \cdot 3,8 + 15 = 52,5 \text{ м}$$

2. Предварительное увлажнение угля в массиве через скважины, пробуренные из очистного забоя

Необходимая длина скважины определяется из выражения (21):

$$L_{\text{скв}} = L_{\Gamma} + L_{\text{нед}} = 6 + 22,8 = 28,8 \text{ м}$$

где L_{Γ} – глубина герметизации скважин, м; $L_{\text{нед}}$ – недельное подвигание лавы, м.

Недельное подвигание лавы определено из выражения (22):

$$L_{\text{нед}} = \frac{6 \cdot A_c}{H_k \cdot H \cdot \gamma \cdot L_l} = \frac{6 \cdot 650}{0,8 \cdot 0,9 \cdot 1,37 \cdot 175} = 22,8 \text{ м}$$

где A_c – суточная нагрузка на забой, т/сут; H_k – захват комбайна, м; H – вынимаемая мощность пласта, м; γ – средняя плотность угля, т/м³; L_l – длина лавы, м.

Количество жидкости Q_c (м³), которое необходимо подать в скважину, определяется по формуле (23):

$$Q_c = \frac{1,1 \cdot (L_{\text{нед}} - L_{\Gamma}) \cdot L_c \cdot H \cdot q_l \cdot \gamma}{1000} = \frac{1,1 \cdot 16,8 \cdot 25 \cdot 0,9 \cdot 18 \cdot 1,37}{1000} = 10,2 \text{ м}^3$$

где L_c – расстояние между скважинами, м; q_l – удельный расход воды, л/т.

Продолжительность нагнетания жидкости в скважину T_n (ч) определяется по формуле (24):

$$T_n = \frac{Q_c}{q_n} = \frac{10,2}{0,03} = 7,8 \text{ ч}$$

3. Орошение при работе выемочного комбайна

Расход воды Q_3 (л/мин), используемый для орошения на комбайне, определяется из выражения (25):

$$Q_3 = P_k \cdot q_2 = 1,2 \cdot 30 = 36 \frac{\text{л}}{\text{мин}}$$

где P_k – производительность комбайна, т/мин; q_2 – удельный расход воды, л/т.

Суточный расход воды на орошение составит, согласно выражению (26) составит:

$$Q_{\text{сут}} = A \cdot q_2 = 650 \cdot 30 = 19500 \text{ л} = 19,5 \text{ м}^3$$

где A – суточная добыча угля из забоя, т.

4. Обеспыливание вентиляционной струи, исходящей из очистного забоя.

Остаточную запыленность воздуха после увлажнения угля в массиве и орошения при работе комбайна определим из выражения (27):

$$N = \frac{1000 \cdot q_{\text{пл}} \cdot V \cdot 16,7 \cdot K_m \cdot K_n \cdot P_k \cdot K_d \cdot K_v \cdot K_c}{\omega} = \frac{1000 \cdot 130 \cdot 1,8 \cdot 16,7 \cdot 0,09 \cdot 1,4 \cdot 1,34 \cdot 0,07}{500} = 92,4 \frac{\text{мг}}{\text{м}^3}$$

Где $q_{\text{пл}}$ – удельное пылевыведение шахтопласта, г/т; V – скорость движения воздуха в очистном забое, м/с; ω – количество воздуха, проходящего по забою, м³/мин; K_m – показатель приведенной степени измельчения; K_n – показатель, учитывающий изменение удельного пылевыведения в зависимости от компоновки комбайна; K_d – коэффициент, учитывающий верхний предел крупности пыли, $K_d = 1,34$; – коэффициент, учитывающий влияние скорости движения воздуха (определяется по графику, представленному на рис); K_c – коэффициент, учитывающий наличие обеспыливающих мероприятий.

Значение коэффициента K_c определим из выражения (28):

$$K_c = (1 - \mathcal{E}_1) \cdot (1 - \mathcal{E}_2) = (1 - 0,57) \cdot (1 - 0,83) = 0,07$$

где $\mathcal{E}_1 = 0,6$ – эффективность увлажнения угля в массиве; $\mathcal{E}_2 = 0,8$ – эффективность орошения на комбайне.

Расход воды завесой, установленной на выходе из очистного забоя, определим из выражения (29):

$$Q = \omega \cdot q_3 = 500 \cdot 0,06 = 30 \frac{\text{л}}{\text{мин}}$$

где ω – количество воздуха, проходящего через очистной забой и водяную завесу, м³/мин; q_3 – удельный расход воды для очистки воздуха от пыли, л/м³ воздуха.

5. Обеспыливание на погрузочном пункте очистного забоя

Суточный расход воды $Q_{\text{сут}}$ (м³) для орошения на погрузочном пункте составит определим из выражения (30):

$$Q_{\text{сут}} = A \cdot q_4 = 650 \cdot 5 = 3250 \frac{\text{л}}{\text{сут}} = 3,25 \frac{\text{м}^3}{\text{сут}}$$

где A – суточная добыча угля из забоя, т; q_4 – удельный расход воды, л/т.

Вывод. Выполненные расчеты показывают, что многоступенчатые мероприятия: предварительное увлажнение массива угля через скважины, орошение при работе выемочного комбайна и в местах пересыпа угля, а также

обеспыливание исходящей из очистного забоя струи водяной завесой, не позволяют достичь санитарных норм запыленности воздуха рабочей зоны, что вызывает необходимость обеспечения горнорабочих противопылевыми респираторами для защиты органов дыхания. Кроме этого, существует риск скопления в воздухе угольной пыли в количестве, достаточном для взрыва, что вызывает необходимость применения мероприятий по его предупреждению и локализации.

ПОРЯДОК ОФОРМЛЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ

При выполнении практических работ каждый студент ведет рабочую тетрадь, в которой в произвольной форме, но аккуратно и разборчиво он делает свои записи о целях и задачах текущей работы, полученных результатах, выводах по результатам. Рабочая тетрадь является основным отчетным документом при защите выполненной работы.

Отчет по выполненной практической работе должен содержать иллюстративный материал в виде схем, выполненных на ватмане, миллиметровке, кальке, плотной бумаге.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Игнатенко К. П., Брайцев А. В., Эйнер Ф. Ф. Вентиляция, подземные пожары и горноспасательное дело. М.: Недра, 1975. 248 с.
2. Единые правила безопасности при разработке рудных, нерудных и россыпных месторождений полезных ископаемых подземным способом ПБ 03-553-03: утв. Постановлением Госгортехнадзора России от 13.05.2003 г. № 30, зарегистрировано в Минюсте России 28.05.2003 г., рег. № 4600.
3. Зайцев А. П., Моисеев С. А., Полякова З. К. и др. Справочник по борьбе с рудничной пылью. М.: ГОСНИТИ, 1962. 324 с.
4. Ищук И. Г., Поздняков Г. А. Средства комплексного обеспыливания горных предприятий. М.: Недра, 1991. 253 с.
5. Бурчаков А. С., Кузюков Ф. Ф. Краткий справочник горного инженера угольной шахты. М.: Недра, 1982. 454 с.
6. Ушаков К. З., Бурчаков А. С., Медведев И. И. Рудничная аэрология. М.: Недра, 1978. 440 с.
7. Кирин Б. Ф., Ушаков К. З. Рудничная и промышленная аэрология. М.: Недра, 1983. 256 с.