

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ ДНР  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ГОРНЫЙ ФАКУЛЬТЕТ**

**Методические указания к практическим занятиям  
по курсу**

**«Современные проблемы обеспечения безопасности  
технологических процессов**

(для студентов специальности 21.05.04 «Горное дело»,  
специализация «Технологическая безопасность и  
горноспасательное дело»)

**Рассмотрено**  
на заседании кафедры  
охраны труда и аэрологии  
протокол № 1 от 27.08.2020г.

УДК 622.833

Методические указания к практическим занятиям по курсу «Современные проблемы обеспечения безопасности технологических процессов». О.К. Мороз-Донецк; ДонНТУ, 2020.-81 с.

Использованы материалы теоретических исследований актуальной проблемы обеспечения безопасности технологических процессов и практического опыта применения современных технических и технологических способов реализации этой задачи применительно к горнодобывающим отраслям, как на отечественных предприятиях, так и за рубежом. В материалах представленных в настоящем издании максимально учтены горно-геологические и горнотехнические условия Донбасса.

Представленные материалы позволяют ознакомить студентов с возможными направлениями применения технологических схем, оценить эффективность различных подходов к решению указанных проблем в угольной отрасли, а также на предприятиях смежных отраслей.

Предназначено для подготовки студентов специализации «Технологическая безопасность и горноспасательное дело» (ТБГД).

Составитель: проф. к.т.н. Мороз О.К.

Рецензенты: проф. Булгаков Ю.Ф.  
проф. Петренко Ю.А.

## Практическое занятие №1.

**Тема занятия :1.Основные техносферные опасности, их свойства и характеристики Изучение техносферных опасностей их свойств и характеристик.**

**Вопросы рассматриваемые на практическом занятии :**

- основные техносферные опасности, их свойства и характеристики.
- идентификация основных видов опасности среды обитания человека, оценка риска их реализации;
- природные явления и их роль в возникновении техногенных аварий;
- учет природных факторов, и горно-геологических условий в частности, при проектировании технологических схем разработки месторождений полезных ископаемых;
- методы анализа воздействия человека на среду обитания;
- мероприятия технического и технологического характера по обеспечению безопасности технологических объектов.
- определение параметров влияния горно-геологических факторов (геотермальные условия) при проектировании технологических схем разработки месторождений полезных ископаемых

Постоянное возрастание глубины горных работ приводит к повышению температуры в горных выработках, что негативно сказывается на состоянии здоровья рабочих, приводит к усталости, снижению внимания и как следствие совершению ошибок приводящих к сбою в работе технологической схемы а в некоторых случаях к авариям. Ситуация усугубляется тем, что в **условиях** функционирования в опасных условиях последствия таких аварий могут приводить не только нарушению работы механизмов и к разрушению **поломке**, но и к человеческим жертвам.

Поддержание нормальных климатических условий на рабочем месте в условиях глубоких шахт является актуальной задачей и может быть реализовано несколькими способами, одним из которых является использование систем кондиционирования воздуха с помощью эффективного применения средств искусственного охлаждения воздуха и созданием на шахте централизованной системы кондиционирования с помощью и стационарной водоохлаждающей машины МХРВ-1-У5 с воздухоохладителем ОВ-190Ш или водоохладительным модулем ОКВШ 325.

В тупиковых подготовительных забоях кондиционирование воздуха обеспечивается передвижными шахтными кондиционерами КПШ 130-2-0 или КПШ 300.

Для охлаждения воздуха, подаваемого на проветривание рабочих очистных забоев, применяется воздухоохладитель ОВ- 190Ш – бесконтактный теплообменник «воздух–вода» закрытого типа. подсоединяется к системе хладоносителя водоохлаждающей машины МХРВ-1-У5 (до пяти модулей).

Основным фактором, обеспечивающим эффективное использования систем кондиционирования горного предприятия является определение температуры в подземных выработках находящихся на различной глубине.

### 1.1 Расчет температуры окружающих выработку пород.

Температура вмещающих выработку пород  $t_{в}$  град.С, расположенную на отметке  $H_{в}$  (м) определяется по формуле(1.1):

$$t_{в} = t_{р} + t_{пп}, \text{ град.С (1.1)}$$

где:

$t_{пп}$  - температура пояса постоянной температур зависит от горно-геологических условий региона (для Донбасса усреднено принимается 14 град.С ) град.С

$t_{р}$ - расчетная температура зависящая от глубины расположения выработки и определяемая по формуле ( 1 .2):

$$t_{р} = (H - h_0) * K_{г.т} \text{ град.С (1.2)}$$

где:

$K_{г.т}$  – геотермический коэффициент, зависит от горно-геологических условий региона (для Донбасса усреднено принимается 3.33град.С/100м);

$H$  – глубина расположения выработки, определяемая формулой (1 .3)

$$H = H_{п} - H_{в} \text{ м, (1.3)}$$

Где:

$H_{п}$ - отметка поверхности-устье главного ствола(принимается по данным маркшейдерской службы шахты) м;

$H_{в}$  - отметка расположения выработки(принимается по данным маркшейдерской службы шахты), м;

$h_0$  - глубина расположения пояса постоянной температуры зависит от горно- геологических условий региона (усредненно для Донбасса принимается 7м) м;

Полученный результат  $t_{в}$  используется в дальнейших расчетах, принимая во внимание тот факт, что температура стенок выработки изменяется (снижается) за счет охлаждения их воздухом в период эксплуатации выработки.

### Расчет температуры окружающих выработку пород.

Численные значения перечисленных параметров принимаются по таблице 1 (Приложение А). 1.Геодезическая(маркшейдерская) отметка расположения выработки  $H_{в}$  м,

2. Геодезическая(маркшейдерская) отметка поверхности-устье главного ствола **Нп**м;
3. Температура пояса постоянной температур **тпн** град.С.
4. Геотермический коэффициент **Кг.т**, град.С/100м;
5. Глубина расположения пояса постоянной температуры **hо**, м;

Последовательность расчета температуры

1. Определяется глубина расположения выработки.
2. Определяется расчетная температура пород.
3. Определяется температура окружающих выработку пород.

Расчет температуры окружающих выработку пород. Для следующих горно-геологических условий :

1. Геодезическая(маркшейдерская) отметка расположения выработки **Нв**= (-1100м);
2. Геодезическая отметка поверхности-устье главного ствола **Нп** = (+150 м);
3. Температура пояса постоянной температур **тпн** = 11град.С;
4. Геотермический коэффициент **Кг.т**,= 0.35град.С/100м;
5. Глубина расположения пояса постоянной температуры **hо**= 8 м;

1. Определяется глубина расположения горной выработки, как алгебраическая сумма отметок собственно выработки и поверхности, пояса постоянных температур по формуле (1.3):

$$\begin{aligned}
 \mathbf{H} &= \mathbf{Hп} - \mathbf{Hв}, \text{ м} & (1.3) \\
 \mathbf{H} &= +150 - (-1100) = \mathbf{1250} \text{ м},
 \end{aligned}$$

2. Расчетная температура, принимая во внимание глубину пояса постоянных температур, определяется по формуле 1.2:

$$\mathbf{tp} = (\mathbf{H} - \mathbf{hо}) * \mathbf{Кг.т}, \text{град.С} (1.2)$$

$$\mathbf{tp} = (1250 - 8) / 100 * 0.35 = \mathbf{43,47} \text{ град.С}$$

3. С учетом температуры пояса постоянных температур температура пород, окружающих выработку определяется по формуле 3.1)

$$\mathbf{тв} = \mathbf{tp} + \mathbf{тпн}, \text{град.С} (1.1)$$

$$\mathbf{тв} = 43,47 + 11 = \mathbf{54,47} \text{ град.С}$$

С учетом округления принимается температура пород на начальный период эксплуатации горной выработки **54,7** град.С.

Литература к теме[1, 2, 7, 5]

**Вопросы для подготовки к практическому занятию:**

1. Безопасность работы отдельных звеньев реальных технических систем и технических объектов в целом.
2. Основные техносферные опасности, их свойства и характеристики.
4. Комплекс мероприятий по безопасности условий труда в шахтах.
5. Мероприятия технического и технологического характера по обеспечению безопасности.

## **Практическое занятие №2.**

**Тема занятия. Понятие аварии. Характерные аварии в угольной промышленности. План ликвидации аварий. Его назначение и составные части.**

**Вопросы рассматриваемые на практическом занятии :**

- План ликвидации аварии. Общие положения
- Назначение плана ликвидации аварий.
- Разработчики плана ликвидации аварий
- Обязанности должностных лиц при введении в действие плана.
- Позиции плана ликвидации аварий, содержание позиций.
  - Перечень основных мероприятий согласно плану ликвидации аварий.
  - Мероприятия по ликвидации аварий в их начальной стадии.
  - Основные этапы аварийно-восстановительных работ.
  - Вентиляционный режим при авариях.
  - Реверсирование вентиляционной струи.
  - Графическая часть. Составные элементы графической части.
  - Распределение обязанностей между отдельными лицами, участвующими в ликвидации аварий. Порядок их действий.
  - Обязанности прочих лиц, участвующих в ликвидации аварии

План ликвидации аварии на опасном производственном объекте – это акт, представляющий собой прописанную систему шагов при возможном чрезвычайном происшествии. Действия, которые направлены на устранение неполадок, спасение жизней и здоровья людей, проводятся на начальном этапе возникновения опасности, что позволяет свести материальные потери к минимуму, защитить население и сотрудников. Однако мероприятия при возникновении чрезвычайного происшествия – это далеко не единственное, что прописывается в подобном плане.

Введение в действие первоначальных мер борьбы с аварией должно производиться по заранее разработанному плану ликвидации аварии. Этот план состоит из общей части (диспозиции), оперативной части и приложений.

В общей части указывается порядок оповещения о возникшей аварии должностных лиц и учреждений, а также их права и обязанности во время ликвидации аварии. При этом предусматривается, что любое лицо, обнаружившее аварию или ее признаки, обязано сообщить о ней дежурному по шахте, либо диспетчеру, либо непосредственно на телефонный коммутатор. Одновременно лицами, оказавшимися на месте аварии,

принимаются меры по оповещению об опасности рабочих, которым она угрожает, а при возможности (начавшееся загорание) – и по ликвидации самой аварии. Дежурный по шахте (диспетчер) прежде всего вызывает горно-спасательную часть или пожарную команду (если возник пожар на

поверхности). Затем об аварии сообщается главному инженеру шахты и другим ответственным лицам и учреждениям в соответствии со списком, прилагаемым к плану ликвидации аварии, копии которого вывешиваются в диспетчерской и в помещении коммутатора.

Ответственным руководителем работ по ликвидации аварии является главный инженер шахты или его заместитель, а до прибытия их – дежурный по шахте или горный диспетчер.

В оперативной части плана приводится перечень рекомендуемых мероприятий по борьбе с авариями в соответствии с их характером и местом возникновения, охватывающий все выработки шахты.

План ликвидации аварий шахты (ПЛА) разрабатывается главным инженером и командиром горно-спасательного взвода, обслуживающего шахту, согласовывается с командиром военизированного горно-спасательного отряда (отдельного взвода) и не позднее чем за 15 дней до ввода его в действие утверждается, при наличии положительного заключения профилактической службы ВГСЧ о противоаварийной готовности шахты, руководителем (главным инженером) вышестоящей организации (АО, концерна и т.п.). ПЛА самостоятельной шахты утверждает директор шахты.

ПЛА разрабатывается на шесть месяцев.

В ПЛА предусматриваются мероприятия, которые при обнаружении аварии должны осуществляться немедленно и обеспечивать:

- спасение застигнутых аварией людей;
- ликвидацию аварии в начальной стадии и предупреждение ее развития.

Оперативная часть ПЛА состоит из позиций. В одну позицию включается одна или несколько сопряженных горных выработок, если для этих выработок соблюдаются следующие условия:

- предусматривается одинаковый аварийный режим проветривания;
- применяются одинаковые мероприятия по спасению людей;
- совпадают маршруты движения горно-спасательных отделений и порядок выполняемых работ.

Для каждой газообильной тупиковой выработки на случай пожара (взрыва) разрабатывается отдельная позиция.

К оперативной части плана должны быть приложены следующие графические материалы и документы:

- схема вентиляции шахты, составленная согласно Инструкции по составлению вентиляционных планов, на которую дополнительно наносится время загазирования тупиковых выработок при остановке ВМП, пункты ВГС, схема дегазационных трубопроводов с указанием задвижек и контрольно-измерительных приборов (при наличии в шахте дегазации);
- схема (план) горных выработок и план поверхности с нанесением средств пожаротушения, средств оповещения об аварии, средств группового спасения рабочих при авариях, принципиальной схемы подачи воды в шахту из водоемов, резервуаров и других источников, подъездных путей к стволам,



шурфам;

- планы горных работ по пластам и горизонтам с нанесением направления движения воздуха, мест установки телефонов и их номеров;
- микросхемы горных выработок шахты (прилагаются к экземпляру плана, хранящемуся в ВГСЧ) с нанесением направления движения воздуха, мест установки телефонов и их номеров, номеров телефонов диспетчера и главного инженера, протяженности и углов наклона основных горных выработок;

При организации спасательных работ после аварии основными целями являются спасение людей, определение масштаба аварии, ликвидация последствий. Порядок работ определяется характером аварии.

В зависимости от характера и места возникновения аварии в позициях плана предусматриваются следующие основные мероприятия.

1. Немедленный вызов обслуживающего шахту взвода ВГСЧ. Производится при любой из перечисленных выше аварий, независимо от их масштабов. Указывается количество отделений, специальных технических средств ВГСЧ, которые должны прибыть на шахту по сигналу «Тревога». При пожарах в надшахтных зданиях и сооружениях, стволах, шурфах и других горных выработках, имеющих выход на поверхность, должна вызываться пожарная часть. Если аварией могут быть застигнуты люди, то вызывается и реанимационно-противошоковая группа ВГСЧ (РПГ).

2. Аварийный вентиляционный режим. Должен обеспечивать выход людей, как правило, по незагазированным выработкам и быть устойчивым.

3. Аварийный режим работы системы энергоснабжения. Для снятия напряжения на аварийном участке следует избегать выключения электроэнергии по всей шахте, так как это парализует работу оборудования, работа которого должна обеспечивать доставку горно-спасательных команд, эвакуацию людей, противопожарное водоснабжение и другие мероприятия для борьбы с аварией.

4. Оповещение и вывод людей.

5. Ликвидация аварии в начальной стадии. Используются первичные средства, находящиеся в распоряжении очевидцев аварии и вспомогательных служб.

6. Предупреждение развития аварии.

7. Организация действия горно-спасательной службы и пожарных частей.

Дальнейшие мероприятия по борьбе с аварией составляются в ходе борьбы с нею и корректируются в соответствии с создаваемой обстановкой.

Аварийно-восстановительные работы в шахтах. После завершения комплекса мер, предусматриваемых ПЛА, проводятся мероприятия, направленные на восстановление и устойчивое функционирование аварийного участка. Основная задача таких действий – восстановление в кратчайшие сроки нормальной и безопасной работы объекта, где произошла авария.

Основными этапами аварийно-восстановительных работ при любом

виде аварии являются:

1. Оценка обстановки в зоне аварии. Основной целью разведочных работ является определение того, насколько безопасен аварийный участок для начала восстановительных работ и выбор оптимальных способов их проведения

2. Ликвидация развившейся аварии. Развившейся аварией считается авария, при которой после завершения спасательных и разведочных работ не представляется возможным ликвидировать ее источник (очаг пожара, суфляр, прорыв жидких флюидов) в сроки, планируемые для проведения восстановительных мероприятий.

Разработка и проведение восстановительных мероприятий. В целях своевременного и успешного проведения восстановительных работ планируются неотложные мероприятия, исполнители, сроки выполнения.

Оперативной частью плана должны охватываться все действующие горные выработки. Позиция плана ликвидации аварий должна приниматься исходя из условий, что для данной выработки или группы выработок предусматриваются одинаковые режим проветривания и пути вывода людей при возникновении аварий.

В оперативной части плана ликвидации аварий предусматриваются: способы оповещения об аварии всех или отдельных участков и рабочих мест, пути вывода людей из аварийных участков и из шахты, действия лиц надзора, ответственных за вывод людей из опасной зоны и за осуществление технических мер по ликвидации аварий, вызов горноспасательной части и пути следования отделений ВГСЧ для спасения людей и ликвидации аварий, действия ВГК, вентиляционные режимы, обеспечивающие безопасный выход людей из аварийного участка и из шахты и безопасное передвижение отделений ВГСЧ к месту аварий, а также использование вентиляционных устройств для осуществления выбранного вентиляционного режима.

При определении путей движения людей, выходящих из аварийных участков по загазованным выработкам, следует учитывать состояние и протяженность этих выработок, время выхода по ним людей и срок защитного действия самоспасателей.

Вызов подразделений ВГСЧ необходимо предусматривать при всех видах аварий, когда требуется оказание помощи людям, и для ведения работ, требующих соответствующего горноспасательного оборудования

Графическая часть включает:

план вентиляции горных выработок (схема вентиляции), составленный в соответствии с требованиями Инструкции по составлению вентиляционных планов;

план наземных сооружений над горными разработками с нанесением расположения стволов, шурфов, штолен и других выходов на поверхность скважин, провалов, трещин на водостоках (оврагах и пр.), водоемов и резервуаров воды с указанием их емкостей, насосов, водопроводов.

Схему электроснабжения шахты, составленную в соответствии с требованиями ПБ 03-553-03.

Схему поверхностного противопожарного водоснабжения шахты (подачи воды в шахту), расположения противопожарных средств.

Вентиляционный план шахты, ведущей работы на одном горизонте, выполняется на одном листе в масштабе 1:2000 и представляет собой план горных работ, на который нанесены все вентиляционные сооружения,

Схема электроснабжения шахты, прилагаемая к плану ликвидации аварий, должна состоять из двух частей: схемы с нанесением высоковольтных ячеек подстанций и кабельной сети напряжением выше 1140В (6 кВ) и схемы с нанесением ячеек подстанций и кабельной сети напряжением до 1140 В (0,4 кВ) и электроустановок каждого горизонта, включая трансформаторные подстанции.

*Обязанности ответственного руководителя работ по ликвидации аварий.* Ответственный руководитель ликвидации аварий (далее - ответственный руководитель работ): немедленно приступает к выполнению мероприятий, предусмотренных оперативной частью плана ликвидации аварий (в первую очередь по спасению людей, застигнутых аварией в шахте), и контролирует их выполнение, немедленно сообщает о своем местонахождении ответственному руководителю работ лично или через своих подчиненных (в случае невозможности оставить участок) и принимает на месте меры к выводу людей и ликвидации аварии;

При ведении спасательных работ и ликвидации аварий обязательными для выполнения являются только распоряжения ответственного руководителя работ по ликвидации аварий;

находится постоянно на командном пункте ликвидации аварий.

принимает информацию о ходе спасательных работ и проверяет действия отдельных лиц административно-технического персонала в соответствии с оперативным планом работ по спасению людей и ликвидации аварий;

составляет график работ административно-технического персонала и рабочих шахты, если авария имеет затяжной характер.

В период ликвидации аварий на командном пункте могут находиться только лица, непосредственно связанные с ликвидацией аварий.

По получении сообщения об аварии до момента прибытия главного инженера шахты выполняет обязанности ответственного руководителя работ, руководствуясь требованиями п. 1.

Обязанности командира ВГСЧ - руководителя горноспасательных работ. Командир ВГСЧ находится на командном пункте;

руководит работой горноспасательных частей в соответствии с планом ликвидации аварий, выполняет задания ответственного руководителя работ и несет ответственность за выполнение спасательных работ; систематически информирует ответственного руководителя работ о ходе спасательных работ.

Главный инженер организации (предприятия) оказывает помощь в ликвидации аварий, не вмешиваясь в оперативную работу ответственного руководителя работ.

Начальник шахты немедленно прибывает на шахту и докладывает о своем прибытии ответственному руководителю работ, организует медицинскую помощь пострадавшим, организует проверку (по принятой системе учета) оставшихся в шахте и выехавших на поверхность людей,

запрашивает у вышестоящей организации необходимую помощь, организует питание личного состава горноспасательных частей и предоставляет ему помещения для расположения и отдыха; руководит работой транспорта на поверхности.

Начальник ПВС следит за работой и состоянием вентиляторов и о результатах докладывает ответственному руководителю работ;

Главный механик шахты или его помощник прибывает на шахту и извещает лично о своем прибытии ответственного руководителя работ; организует бригады из работников механической службы шахты и устанавливает постоянное дежурство слесарей, кузнецов и др. для выполнения работ по ликвидации аварий; обеспечивает бесперебойную работу шахтного оборудования (подъемных машин, насосов, вентиляторов, компрессоров и др.);

Главный энергетик шахты или его помощник прибывает на шахту и извещает лично о своем прибытии ответственного руководителя работ; обеспечивает бесперебойную работу шахтного электромеханического оборудования (ламповая, преобразовательная и т.д.); обеспечивает исправное действие телефонной связи и устанавливает телефонную связь с аварийными участками;

Начальник или помощник начальника участка, на котором произошла авария, немедленно сообщает о своем местонахождении ответственному руководителю работ лично или через своих подчиненных (в случае невозможности оставить участок) и принимает на месте меры к выводу людей и ликвидации аварии; по указанию ответственного руководителя работ спускается в шахту, выясняет число оставшихся на участке людей и принимает меры по их выходу в безопасные места или из шахты (как это предусмотрено планом ликвидации аварии для данного конкретного случая), определяет характер, размеры и причины аварии и информирует о своих действиях ответственного руководителя работ.

Горные мастера аварийного участка, застигнутые в шахте аварией, принимают на месте меры по спасению и выводу людей с участков (в соответствии с планом ликвидации аварий) и немедленно сообщают о происшедшей аварии руководству или диспетчеру шахты;

Начальники других участков и их помощники, узнав об аварии на шахте, немедленно являются на шахту и поступают в распоряжение ответственного руководителя работ для выполнения поручений, связанных со спасением людей и ликвидацией аварии;

Главный врач больницы (поликлиники), получив извещение об аварии, немедленно высылает на шахту, где произошла авария, медицинский персонал с необходимыми аппаратами, инструментами и медикаментами;

вызывает в больницу на дежурство медицинский персонал, а при необходимости выезжает на шахту для непосредственного руководства по оказанию помощи пострадавшим.

Врач (фельдшер) медицинского пункта оказывает первую помощь пострадавшим, руководит отправкой их в больницу, а также организует в случае необходимости непрерывное дежурство медицинского персонала на время спасательных работ.

Подразделение противопожарной службы немедленно выезжает по вызову и поступает в распоряжение ответственного руководителя для работы на поверхности;

Телефонистка шахтной телефонной станции, получив сообщение об аварии, немедленно сообщает ответственному руководителю работ (диспетчеру, дежурному по шахте) и по его указанию приступает к исполнению своих обязанностей, предусмотренных для нее планом ликвидации аварий:

вызывает горноспасательную часть, немедленно прерывает переговоры с лицами, не имеющими непосредственного отношения к происшедшей аварии, и извещает о происшедшем всех должностных лиц и учреждения согласно списку должностных лиц и учреждений, которые должны быть немедленно извещены об аварии

На весь период ликвидации аварии вызов дополнительных горноспасательных частей для спасения людей и ликвидации аварии должен производиться с выключением любых телефонных абонентов.

Некоторые обязанности могут быть включены дополнительно с учетом конкретных условий, а также исключены, если они выполняются с диспетчерского пункта.

**Литература к теме 2:[1, 2,7]**

### **Вопросы для подготовки к практическому занятию:**

- План ликвидации аварии. Общие положения
- Назначение плана ликвидации аварий.
- Разработчики плана ликвидации аварий
- Обязанности должностных лиц при введении в действие плана.
- Позиции плана ликвидации аварий, содержание позиций.
- Перечень основных мероприятий согласно плану ликвидации аварий.
- Мероприятия по ликвидации аварий в их начальной стадии.
- Основные этапы аварийно-восстановительных работ.
- Вентиляционный режим при авариях.
- Реверсирование вентиляционной струи.
- Графическая часть. Составные элементы графической части.
- Распределение обязанностей между отдельными лицами, участвующими в ликвидации аварий. Порядок их действий.
- Обязанности прочих лиц, участвующих в ликвидации аварии

## **Практическое занятие №3.**

**Тема занятия: Методы математического моделирования надежности и безопасности работы отдельных звеньев технологических систем и технических объектов в целом.**

**Тематика рассматриваемых вопросов:**

- 1 Надежность, ее физический смысл и значения
- 2 Классификация отказов
- 3 Критерии надежности
- 4.Методы расчета надежности
- 5.Уровень и причины возникновения отказов работе горно-шахтного Оборудования на шахтах Донбасса
- 6.Классификация причин отказов деталей и узлов горно-шахтного оборудования
- 7.Факторы, влияющие на длительность и интенсивность выхода из строя горно-шахтного оборудования
- 8.Определение интенсивности выхода из строя деталей и узлов забойного оборудования
- 9.Определение эксплуатационной надежности забойного оборудования
- 10.Меры дальнейшему повышению эксплуатационной надежности и в свою очередь безопасности технологических процессов в очистных забоях

За последние годы в угольной промышленности произошли значительные качественные изменения в технологии добычи угля и в оснащении предприятий новой, совершенной горной техникой. Удельный вес шахтных машин и механизмов в промышленно-производственных фондах предприятий составляет примерно 15—20% и имеет тенденцию к постоянному увеличению.

Угольный участок на современной шахте, являясь исходным, важнейшим звеном в технологической цепи угольного производства, насыщен многими разнообразными и сложными машинами и механизмами.

Надежность горно-шахтного оборудования определяется как свойство объекта выполнять заданные функции, сохраняя во времени значения расчетных эксплуатационных показателей в установленных пределах, соответствующих заданным режимам и условиям использования, технического обслуживания, ремонта, хранения и транспортирования.

Обеспечение надежности является одной из основных проблем при разработке, производстве и эксплуатации технических устройств. Обеспечение надежности оборудования стало одной из важнейших задач, так как недостаточная надежность наносит огромный экономический ущерб народному хозяйству, связанный с затратами на запасные части, ремонтное оборудование, содержание ремонтного персонала, не говоря уже о снижении безопасности работ и угрозе травматизма. В результате этого снижается

производительность очистного забоя, т. е. нарушается нормальное состояние горно-шахтного оборудования.

Следовательно, надежность является наиболее общим, комплексным свойством, характеризующим качество любого технического изделия, машины, аппарата, технологического процесса. Как известно, вероятность безотказной работы любой многозвенной системы представляет собой произведение вероятностей безотказной работы каждого отдельного её звена. Понятие отказа как случайного события приводит к необходимости вероятностного подхода ко всем задачам теории надежности. Вероятность отказов, как и вероятность их последствий, определяется на основании статистических данных о частоте отказов элементов системы (машины, комплекса, очистного забоя и т.д.).

*Классификация отказов*, одного из определяющих в теории надежности понятий, т. е. событий, заключающихся в полной или частичной утрате машиной или ее элементами работоспособности.

В табл. 3.1 приведена классификационная схема отказов горных машин и комплексов

По своему характеру в первом приближении отказы могут быть разделены на внезапные и постепенные. Постепенные отказы возникают при постепенном изменении параметров изделия, определяющих его качество, когда эти параметры выходят за пределы установленных допусков.

Внезапные отказы определяются резким изменением параметров, определяющих качество изделия.

Полный отказ приводит к нарушению всех функций, которые должна выполнять система. Он исключает всякую возможность возобновления работы до его устранения.

Частичные отказы позволяют пользоваться машиной по назначению с теми или иными ограничениями. Устранение неисправности не требует немедленной замены детали, и эта неисправность может быть устранена обслуживающим персоналом. Различными бывают и последствия отказов. Может произойти, например, поломка элемента системы (машины), вследствие чего она перестанет действовать. Но возможно также, что из-за тех или иных изменений система перестанет выполнять заданные ей функции.

Понятие отказа как случайного события приводит к необходимости вероятностного подхода ко всем задачам теории надежности. Вероятность отказов, как и вероятность их последствий, определяется на основании статистических данных о частоте отказов элементов системы (машины, комплекса, очистного забоя и т.д.)

Таблица 3.1 классификационная схема отказов горных машин и комплексов

Группа классификации	Классификационный признак	Отказ
1	Условия возникновения	Возникающий в нормальных или ненормальных условиях
2	Причина возникновения отказа	Конструктивный, технологический, эксплуатационный, ошибочный, естественный
3	Влияние отказа на работу выемочной машины	Приводит к простоя выемочной машины, снижению ее производительности, не приводит к простоя выемочной машины
4	Характер возникновения отказа	Внезапный, постепенный, зависимый, независимый
5	Последствия	Опасный, безопасный, тяжелый, легкий
6	Наличие внешних проявлений	Очевидный (явный), скрытый (неявный)
7	Способ устранения	Устранимый заменой детали, регулировкой, чисткой, самоустраняющийся
8	Сложность устранения	Простой, сложный
9	Характер устранения отказа	Возможность отложить устранение отказа, не прерывая работ по выемке угля (срочный, несрочный), возможность совмещения ремонта с работой по выемке угля (совместный, несовместный)
10	Возможность последующего использования	Полный, частичный

*Критерии надежности* как определяющие элементы расчета уровня безотказной работы технологической схемы. Для решения практических вопросов в области надежности технологических схем выемки необходимы критерии, с помощью которых можно количественно оценить уровень надежности очистных забоев, оборудованных выемочными и доставочными машинами и механизмами, а также гидрофицированными комплексами.

Критерии надежности должны:

- учитывать различные факторы (горнотехнические, горно-геологические, метеорологические и др.), влияющие как на надежность горных машин и комплексов, так и в целом на надежность технологической схемы выемки угля;



- быть наглядными и иметь ясный физический смысл;
- иметь достаточно простое и удобное для вычислений математическое выражение;
- оценивать влияние уровня надежности горных машин и комплексов на их производительность;
- оценивать надежность выполнения горной машиной или комплексами основных функций.

В качестве основных критериев надёжности горных машин, комплексов и технологических схем выемки могут быть приняты:

- наработка на отказ ( $\bar{t}_p$ );
- вероятность безотказной работы в течение требуемого времени [ $\bar{P}(t)$ ];
- время восстановления работоспособности системы ( $\bar{t}$ );
- коэффициент готовности ( $k_T$ ).

Наработка на отказ (среднее время безотказной работы) представляет собой среднее время работы горной машины или очистного забоя между двумя последовательными отказами и определяется по следующей формуле:

$$\bar{t}_p = \frac{\sum_{i=1}^n t_{pi}}{n}, \quad (3.1)$$

где  $n$  — число отказов за время испытания или наблюдения;  
 $t_{pi}$  — интервал времени между последовательными отказами.

Функция  $P(t)$  выражает вероятность того, что в течение требуемого времени (смена, сутки)  $T$  не будет отказа машины или в целом очистного забоя, т. е. вероятность, при которой  $T \geq t$ ,

$$P(t) = P(T \geq t). \quad (3.2)$$

Критерии  $\bar{t}_p$  и  $P(t)$  характеризуют безотказность горных машин и технологических схем выемки.

Знание численных значений критериев надёжности — показателей надёжности — позволяет производить инженерные расчеты надёжности и сравнительную оценку горных машин, комплексов и технологических звеньев по надёжности, а также дает основу для правильной организации

технического обслуживания, рационального выбора межремонтных сроков и обоснования норм снабжения запасными частями.

Задача наиболее точного установления показателей надежности является одной из важнейших в области повышения надежности горно-шахтного оборудования и технологических звеньев шахты.

Если отказ технического устройства наступает при отказе одного из его элементов, то такое устройство имеет основное (последовательное) соединение элементов. При расчете надежности таких устройств, считается, что отказ элемента является событием случайным и независимым. Примером последовательного соединения является расположение машин в очистном забое.

Вероятность безотказной работы машины или механизма с последовательным соединением звеньев в течение времени  $t$  равна произведению вероятностей безотказной работы ее элементов в течение того же времени. Так как вероятность безотказной работы элементов в течение времени  $t$  можно выразить через интенсивность отказов, то расчетные формулы для вероятности безотказной работы технического устройства при основном соединении элементов можно записать следующим образом:

$$P_c(t) = P_1(t)P_2(t) \quad (3.3)$$

$$P_N(t) = \prod_{i=1}^N P_i(t) \dots \quad (3.4)$$

Выражения (3.3 и 3.4) наиболее обобщенно позволяют определить вероятность безотказной работы элементов до первого отказа при любом законе изменения интенсивности отказов во времени.

На практике наиболее часто интенсивность отказов элементов является величиной постоянной. При этом время возникновения отказов обычно подчинено экспоненциальному закону распределения, т. е. для нормального периода работы аппаратуры справедливо условие  $\lambda = \text{const}$ .

Если все элементы данного типа равнонадежны, интенсивность отказов системы будет

$$\lambda_c = \sum_{i=1}^r N_i \lambda_i \quad (3.5)$$

где  $N_i$  – число последовательно соединенных элементов  $i$ -го типа;  
 $r$  – число типов элементов.

Вычисление количественных характеристик надежности по приближенным формулам не дает больших ошибок для систем, вероятность безотказной работы которых превышает 0,9, т. е. для  $P \geq 0,1$ .

В зависимости от полноты учета факторов, влияющих на работу оборудования, различают прикидочный, ориентировочный и окончательный расчет надежности.

*Прикидочный расчет надежности* основывается на следующих допущениях: все элементы системы равнонадежны; опасность отказов всех элементов системы не зависит от времени, т. е.  $\lambda_i = \text{const}$ ; отказ любого элемента приводит к отказу всей системы.

*Ориентировочный расчет надежности* учитывает влияние на надежность только количества и типов применяемого оборудования в технологической цепи и основывается на допущении, что все элементы данного звена равнонадежны, т. е. величины интенсивности ( $\lambda_i$ ) для этих элементов одинаковы. Этот расчет позволяет определить рациональный состав звеньев схемы и наметить пути повышения надежности системы на стадии эскизного проектирования

*Окончательный расчет* (расчет надежности с учетом режимов работы элементов) технологической схемы выполняется тогда, когда известны реальные режимы работы составляющих ее звеньев после испытания в реальных условиях.

Эти зависимости приводятся в виде графиков или их можно рассчитать с помощью разработанных моделей.

Для определения надежности технологического процесса, на пример очистной выемки угля, необходимо знать: число машин и механизмов с разбивкой их по типам и режимам работы; зависимости интенсивности (потоков) отказов деталей и узлов машин от режима работы и заданных внешних условий; структуру системы.

С целью *управления надежностью технологической схемы добычного участка* был использован анализ результатов хронометражных и диспетчерских наблюдений за работой лав шахт производственных объединений «Донецкуголь» и «Красноармейскуголь» показывает, что удельный вес отказов очистных забоев от общего их числа составляет от 50 до 90%, а суммарному времени простоев от 60 до 90%. По удельному весу отказов и простоев конвейерный транспорт по горизонтальными наклонным выработкам составляет по числу отказов от 6 до 20%, а по длительности простоев от 4 до 15

Простой лав с механизированными комплексами в Донецком бассейне в зависимости от типа комплекса характеризуются следующими цифрами (в процентах длительности смены):

КМ-87 .....	28,3
КМК-97 .....	36,8
КМ-101 .....	45,2
ОМКТ .....	44,2

Одним из распространенных признаков является место отказа. Классификация причин отказов деталей и узлов горно-шахтного оборудования по месту отказа позволяет оценить слабое место системы и принять меры к его усилению. Не менее важно установить причину появления отказа в данном месте. Эти причины могут быть классифицированы по следующим группам:

*Конструктивные (проектные) дефекты.* Отказы этой группы возникают как следствие несовершенства конструкции (просчетом в конструировании). Типичным просчетом при конструировании горных машин является зачастую неправильный учет «пиковых» нагрузок.

Поэтому при их конструировании необходимо учесть возможности возникновения «пиковых» нагрузок, т. е. нагрузок, существенно превышающих нормальные эксплуатационные. Если анализ и учет нагрузок выполнен недостаточно тщательно, то воздействие пиковых нагрузок приведет к отказам.

*Технологические дефекты.* Отказы этой группы возникают как следствие нарушения принятой технологии изготовления горных машин и механизмов или нарушения технологии ведения очистных работ в забое. Качество отдельных деталей и узлов машины (механизмов) в целом имеет неизбежные случайные вариации. При резких колебаниях качества надежность одних деталей и узлов системы оказывается намного ниже надежности других. Поэтому технологические дефекты приводят к снижению надежности деталей, узлов и механизма в целом.

*Эксплуатационные дефекты.* Для каждой горной машины или механизма устанавливаются ограничения на условия ее эксплуатации и задаются правила ухода за машинами и механизмами и их элементами и т. п.

Нарушение правил эксплуатации приводит к преждевременным отказам, т. е. способствует увеличению скорости преждевременного износа системы.

*Износ (старение) машин и механизмов.* Указанное понятие в основном применимо к горным машинам и механизмам. Сколь угодно высокое качество машин, механизмов и их элементов в целом не может предохранить от постепенного их износа. Таким образом, вариации времени безотказной работы механизмов порождаются вариациями качества их изготовления и условиями эксплуатации. При этом могут быть указаны следующие четыре

схемы возникновения отказов: мгновенные повреждения, накапливающиеся изменения, релаксация и действие нескольких независимых причин.

*Схема мгновенных повреждений.* Случайные отказы, возникающие при воздействии отдельных «пиковых» нагрузок на детали и узлы, весьма характерны для горно-шахтного оборудования. «Пиковые» нагрузки могут возникнуть результате резкого изменения состава угольного пласта или горных пород, попадания крупных кусков породы или угля на конвейер и его заклинивания, удара крупных кусков породы, угля и т.д. *Накапливающиеся повреждения.* Среди причин возникновения отказов горных машин и механизмов важное место занимает старение деталей и узлов. Действительно, сколь совершенна ни была бы конструкция выемочных и доставочных машин и механизмов и технология их производства, с течением времени и материалы, из которых сделаны детали и узлы машин, претерпевают необратимые изменения.

*Схема релаксации.* Постепенное накопление повреждений может явиться не прямой, а лишь косвенной причиной отказа. Так, износ цепи и направляющих рештаков конвейера приводит к увеличению зазора в их сопряжении, что при неблагоприятных внешних условиях явится причиной заклинивания цепи.

*Схема действия нескольких независимых причин.* Ситуация, когда одновременно действует несколько причин отказов, является в практике наиболее типичной. Часто бывает, что среди множества причин, вызывающих отказы, имеются одна-две преобладающие. Влияние остальных причин будет настолько слабым, что отказы по их вине практически не возникают. Поэтому при исследовании надежности объекта прежде всего необходимо выявить преобладающие причины отказов и лишь затем, если в этом есть необходимость, учитывать влияние остальных причин.

Большое количество горно-геологических, технологических и организационных факторов оказывают влияние на длительность и интенсивность выхода из строя горно-шахтного оборудования и соответственно продолжительность простоев лав. Анализ зависимости интенсивности выхода из строя оборудования и длительности устранения неисправности с учетом влияния основных факторов необходим не только с точки зрения разработки мер по их устранению, и следовательно обеспечения надежности(безопасности)их функционирования. Горно-шахтное оборудование создается для определенного диапазона горно-геологических условий и определенного уровня обслуживания, при которых оно должно работать эффективно с минимальными простоями из-за отказов машин и их элементов.

Однако в процессе эксплуатации оборудования эти условия изменяются в довольно широких пределах, оказывая иногда существенное влияние на интенсивность отказов оборудования очистной выемки угля.

Процесс управления надежностью работы технологической схемы выемки угля можно разбить на два этапа:

-первый заключается в выборе оптимальных параметров системы разработки и схемы подготовки шахтного поля, параметров выемочного комбайна.

-второй складывается из оптимальной организации ремонтно-профилактических работ, включая предупредительную замену деталей и узлов забойного оборудования и научное планирование резерва запасных частей.

Факторы, влияющие на интенсивность выхода из строя деталей и узлов горно-шахтного оборудования, можно разделить на две основные группы: управляемые (зависящие от воли человека) и неуправляемые, создаваемые горно-геологическими условиями и объективно существующие.

В свою очередь управляемые факторы делятся на:

- горнотехнические (длина лавы, длина выемочного поля, система разработки, способ подготовки);
- конструктивные (скорость подачи комбайна, скорость резания, способ разрушения угольного массива, способ погрузки отбитой массы, ширина захвата комбайна);
- технологические (челноковый способ выемки угля, двухкомбайновая выемка, широкозахватная или узкозахватная выемка угля, способ управления кровлей и т. д.);
- организационные (число смен работы по выемке полезного ископаемого, длительность смены, сквозные комплексные бригады, организация технического обслуживания и ремонта);
- материально-технические (организация снабжения материалами и оборудованием).

К неуправляемым факторам относятся в основном горно-геологические (мощность пласта, устойчивость боковых пород, газообильность, водообильность, сопротивляемость угля резанию и др.). Эти факторы существенным образом влияют на некоторые параметры выемочных и других машин и механизмов и, в частности, на их габариты и режимы работы.

*Интенсивность выхода из строя деталей и узлов забойного оборудования определяющий фактор потока отказов. Если срок службы вышедших из строя деталей на шахтах регистрируется в календарном исчислении, т. е. учитывается и нерабочее состояние машины, поток отказов деталей и узлов можно определить по формуле 3.6*

$$I_{ij} = \frac{n}{\dot{a} T_{rij} t_{cym} k_{M.B}}, \frac{1}{мин}, \quad (3.6)$$

где  $T_{rij}$  - суммарное время безотказной работы  $i$ -ой детали  $j$ -ой машины, исчисляемое в календарных днях;

$t_{cym}$  - длительность работы в течение суток, ч (мин);

$k_{M.B}$  - коэффициент использования машинного времени.

Коэффициент использования машинного времени  $k_{M.B}$  зависит от технологической схемы выемки, колеблется в довольно широком диапазоне, согласно статистическим данным, для шахт производственного объединения «Красноармейскуголь» составляет для отдельных схем — от 0,5 до 0,09 при применении узкозахватных комбайнов и индивидуальной крепи, от 0,53 до 0,08 при применении гидрофицированных комплексов оборудования и от 0,5 до 0,1 при широкозахватной технологии выемки угля.

Для определения функций надежности забойного оборудования необходимо знать законы распределения оцениваемых случайных величин – времени безотказной работы  $t_p$  и времени устранения отказов  $t$ . Сводные показатели надежности работы по основным машинам и механизмам очистной выемки угля приведены в табл. 3.2.

Табл.3.2 Сводные показатели надежности работы по основным машинам и механизмам очистной выемки угля

Оборудование		Наработка на отказ $\bar{t}_p$ , мин	Среднее время восстановления работоспособности $\bar{t}$ , мин	Коэффициент готовности $k_r$	
Комбайны для пологих пластов	Узкозахватные	2К-52	72	20	0,78
		2К-52	80	21	0,8
		(КМ-87)			
		БК-52	43	25	0,63
		МК-67	41	16	0,72
		1К-101	72	32	0,69
		БКТ	48	23	0,68
	Широкозахватные	ЛГД-2	210	31	0,87
		«Киро-вещ»	290	25	0,92
	Скребокковые забойные конвейеры	Двух-трех-цепные	СП-63	194	32
СПМ-87			290	42	0,88
СП-63			123	27	0,82
СП-63			157	34	0,83
СП-48			91	45	0,67
СП-203			74	24	0,76
Механизированные крепи		М-87	545	24	0,96
		МК-97	348	32	0,92
		М-101	257	27	0,90
Струговые установки		УСБ-2М	92	29	0,74
		УСБ-2Э	51	12	0,81
		УСБ-67	100	32	0,76
		УСТ-2А	40	42	0,45
Комплексы с механизированными крепями		КМ-87	48	28	0,63
		КМК-97	52	32	0,62
		1К-101	31,4	39	0,45

Меры по дальнейшему повышению эксплуатационной надежности, безопасности технологических процессов и улучшения технико-экономических показателей работы очистных забоев предусматривают:

- разработку и усовершенствование механизмов перемещения угледобывающих комбайнов, конструкций передвижных скребокковых конвейеров, обратив особое внимание на места соединения отдельных рештаков, повышение износостойкости рештаков и прочности соединительных звеньев тяговой цепи, повышение работоспособности



турбомуфт и обеспечение ремонтпригодности машин в целом;

- для всех типов оборудования усовершенствование электрооборудование, средства защиты от перегрузок, цепные тяговые органы, а также коммуникации электро-пнеumo- или гидрообеспечения;

- разработку средств малой механизации работ в лавах, т. е. создание устройств, сокращающих время и облегчающих выполнение ремонтно-восстановительных или монтажно-демонтажных работ;

- повышение ремонтпригодность забойного оборудования за счет сокращения количества обслуживаемых в машинах мест, введения поузловой замены, легко доступности к наиболее аварийным узлам или деталям, снижения трудоемкости на сборочно-разборочных операциях;

- создание резервов наиболее аварийных узлов и деталей, позволяющих практически без затрат времени на поиск и доставку производить оперативный ремонт машин;

- строгое выполнение планово-предупредительных ремонтов оборудования очистной выемки угля.

**Литература к теме:**[2,45,7.]

**Вопросы для подготовки к практическому занятию:**

1.Определение эксплуатационной надежности забойного оборудования деталей и узлов оборудования.

2.Надежность технологического оборудования как определяющий фактор обеспечения безопасного функционирования производства.

3Методика математического моделирования надежности.

## **Практическое занятие №4.**

**Тема занятия :**

**Пожары. Виды пожаров. Основные принципы пожарной безопасности..  
Показатели пожароопасности среды. Пожарная безопасность  
предприятий отрасли.**

**Вопросы рассматриваемые на практическом занятии :**

1. Подземные пожары .Общие сведения
2. Особенности развития и методы обнаружения подземных пожаров.
3. Пожарно профилактические мероприятия по предупреждению эндогенных и экзогенных пожаров.
4. Общие требования к пожаробезопасности.
5. Пожарная безопасность в шахтах

Угольная промышленность была и остается отраслью с наиболее вредными, тяжелыми и опасными условиями труда, и причиной этому являются, помимо прочего, шахтные пожары.

Постоянное углубление горных работ в условиях возрастающего горного давления, температуры и газовой выделенности увеличивает потенциальную опасность пожаров и взрывов, что вызывает необходимость в систематической работе по предупреждению возникновения пожаров и создания постоянной готовности к локализации и тушению пожаров.

Особую проблему создают развитые сложные пожары, ликвидация которых достигает нескольких месяцев, а иногда и лет. К шахтным пожарам относятся подземные пожары в горных выработках и угольном массиве, а также пожары на объектах промплощадки, если они угрожают жизни людей в шахте. Пожары, даже в начальной стадии своего развития, представляют большую угрозу жизни людей, находящихся на пути распространения пожарных газов. Опасность пожара возрастает, как источника воспламенения метановоздушной смеси и поступления взрывоопасных газов. Особую проблему создают развитые сложные пожары, ликвидация которых достигает нескольких месяцев, а иногда и лет. Доля ущерба от подземных пожаров достигла 27% от общего объема и стала доминирующей среди всех видов ущерба от аварий на шахтах. На долю пожаров приходится 74% всех аварий, в ликвидации которых принимает участие ГВГСС.

Следует рассмотреть количественное соотношение экзогенных и эндогенных пожаров, так как в различных геолого-промышленных районах оно существенно отличается, и зависит, в основном, от удельного веса добычи в них склонных к самовозгоранию углей, но в целом по шахтам составляет соответственно 76 и 24%.

Также как и наземные, подземные пожары условно разделяются на классы: А - горение твердых веществ и материалов; В - горение

легковоспламеняющихся и горючих жидкостей; С - горение газов; Д - совместное горение веществ и материалов с участием металлов или их сплавов; Е - горение электроустановок. При этом пожары категории Д не являются характерными для шахтных пожаров, а категория Е включает пожары на электроустановках до 1140 В.

Физико-химические процессы горения, происходящие при подземных пожарах, сходны с этими процессами при пожарах в зданиях и сооружениях поверхностного комплекса, но условия развития этих пожаров различны и заключаются в следующем.

1. Подземный пожар развивается в воздушном потоке, имеющем определенное направление и скорость движения в выработках, в отличие от пожара на поверхности, который развивается при практически неограниченном притоке к нему атмосферного воздуха.
2. При подземном пожаре только часть тепла выносится вентиляционным потоком на поверхность, а часть, особенно значительная при тушении изоляцией, аккумулируется окружающими горными породами, в то время как при пожаре на поверхности практически все тепло рассеивается в окружающую атмосферу. Поэтому условия затухания пожара на поверхности, заключающиеся в прекращении горения и снижения температуры горящего материала до пределов, исключающих повторное воспламенение, для подземного пожара необходимы, но недостаточны.
3. Распространение подземного пожара отличается от распространения пожара на поверхности тем, что во втором случае распространение происходит в основном по так называемому горючему мостику путем перемещения процесса горения на предварительно нагретые до воспламенения соседние участки горючего материала и в некоторых случаях путем теплоизлучения. Распространение же пожара в горных выработках происходит также и при отсутствии горючего мостика - потоком раскаленных пожарных газов. Схематично горящую горную выработку можно представить как протяженный вентилируемый канал, часть периметра которого выложена слоем горючего материала. Так как процессы горения и теплопередачи качественно отличаются, то в процессе горения условно можно выделить следующие четыре зоны (рис. 4.1).

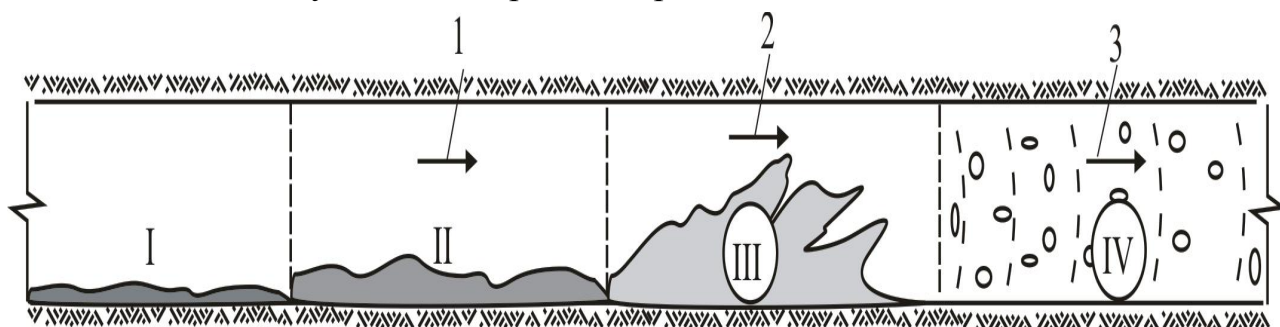


Рисунок 4.1 - Формирование зон горения горной выработки  
I - зона охлаждения; II - зона догорания; III - зона горения; IV - зона предварительного нагрева; 1, 2, 3 - соответственно направление вентиляции, распространения пламени и движения продуктов горения

Первая зона является зоной охлаждения. Она образуется после сгорания шахтной крепи в результате охлаждения горного массива воздухом. Вторая - зона догорания, в которой образовавшийся древесный уголь окисляется кислородом воздуха. Третья - это зона горения летучих веществ, выделившихся при пиролизе древесины. Четвертая - зона предварительного прогрева деревянной крепи и горючих материалов.

*Экзогенный пожар* – это пожар, вызванный воспламенением горючего материала (полезного ископаемого, крепи, конвейерных лент и т.п.) вследствие нагревания его от внешнего источника тепла (неисправного электрооборудования, трения, несоблюдения правил ведения горных работ.).

*Эндогенный пожар* — пожар, вызванный самовозгоранием полезного ископаемого, породы или горючего материала. Основными направлениями пожарной профилактики экзогенных пожаров является сокращение применения горючих веществ и материалов или снижение их способности к воспламенению и устранение тепловых импульсов.

Для сокращения возможных объектов применяют негорючие материалы. Негорючей крепью высшей степени огнестойкости (бетон, железобетон, каменная крепь и т.п.) должны закрепляться: устья всех вертикальных и наклонных стволов, а также устья шурфов, по которым подается в шахту свежий воздух; сопряжения вертикальных и наклонных штолен и шурфов, по которым подается в шахту свежий воздух; сопряжения уклонов, бремсбергов и ходков с выработками; устья вновь вводимых шурфов, оборудованных всасывающими вентиляторами и вентиляционные каналы к ним.

Выработки, оборудованные ленточными конвейерами, капитальные уклоны и бремсберги и ходки, вентиляционные наклонные стволы и слепые стволы должны крепиться крепью средней степени огнестойкости из металлического спецпрофиля с затяжками из стеклопластика или древесины, обработанной огнезащитными составами.

Конвейерные ленты, вентиляционные трубы, оболочки электрических кабелей и другие изделия, применяемые в горных выработках, должны быть изготовлены из негорючих, трудногорючих и трудновоспламеняющихся материалов, не распространяющих пламя по поверхности.

Допускается применение древесных материалов, пропитанных огнезащитным составом, для изготовления установочных брусьев и подкладок под ленточные и скребковые конвейеры (кроме приводных станций), для устройства площадок в местах посадки и схода людей с конвейеров и временных настилов под оборудование (вне приводных станций).

Выработки, оборудованные ленточными конвейерами, должны быть оснащены системами автоматического обнаружения пожаров в начальной стадии. Ленточные конвейеры должны быть оборудованы стационарными автоматическими установками пожаротушения, защищающими их на всем протяжении, включая пункты перегрузки и натяжные станции.

Общие правовые, экономические и социальные основы обеспечения пожарной безопасности на всей территории республики определяет действующий Закон «О пожарной безопасности». Он регулирует отношения государственных органов, юридических и физических лиц в этой области независимо от вида их деятельности и форм собственности.

Под термином «пожаробезопасность объекта» понимают состояние объекта, при котором с регламентируемой вероятностью исключается возможность возникновения и развития пожара и воздействия на людей опасных факторов пожара, а также обеспечивается защита материальных ценностей.

Пожарная безопасность объекта обеспечивается системами предотвращения пожара и противопожарной защиты, в том числе организационно-техническими мероприятиями.

Системы пожарной безопасности характеризуются уровнем обеспечения пожарной безопасности людей и материальных ценностей, а также экономическими критериями эффективности этих систем для материальных ценностей, с учетом всех стадий жизненного цикла объектов.

Опасными факторами, воздействующими на людей и материальные ценности, являются:

- пламя и искры;
- повышенная температура окружающей среды;
- токсические продукты горения и термического разложения;
- дым;
- пониженная концентрация кислорода.

Работники предприятия должны быть ознакомлены с этими требованиями на инструктажах, при прохождении пожарно-технического минимума. Выписки из приказа (инструкции) с основными положениями необходимо вывешивать на видных местах.

На каждом предприятии должна быть разработана общеобъектовая инструкция о мерах пожарной безопасности.

Эта инструкция должна изучаться при проведении противопожарных инструктажей, прохождении пожарно-технического минимума, а также в системе производственного обучения и вывешиваться на видных местах.

Должностные лица угледобывающих предприятий (руководители и специалисты) до начала выполнения своих обязанностей и периодически (один раз в три года) должны проходить специальное обучение и проверку знаний по программе «Пожарная безопасность» в учебном центре по пожарной безопасности НИИГД «Респиратор» или в других не образовательных учреждениях, имеющих лицензию на реализацию учебных программ подготовки.

Современные угольные шахты, в основном, представляют собой высокомеханизированные предприятия с развитой электрической сетью и большим числом машин и механизмов. Эксплуатация технологического оборудования в шахтах имеет специфические особенности, повышающие

опасность его использования, а именно: непрерывное подвигание фронта

работ требует перемещения оборудования и наращивание сетей, причем эти работы необходимо выполнять в стесненном пространстве с возможными обрушениями, обвалами, выделением метана.

Тенденция развития горнодобывающей отрасли, с широким применением в подземных условиях резинотехнических и синтетических материалов и изделий, приводит к повышению пожароопасности шахт.

Проектирование противопожарной защиты должно быть выполнено таким образом, чтобы предотвратить возможность пожара, а в случае его возникновения в любом месте и по любой причине обеспечить его эффективную локализацию и тушение в начальной стадии.

пожаротушения, устройств, не допускающих работу выемочных машин

Применение средств коллективной и индивидуальной защиты людей, обеспечивающих безопасность во время эвакуации или отсиживании при пожаре.

Подачу воды с поверхности шахты в горные выработки следует предусматривать, как правило, по самотечным подающим трубопроводам.

Центральные электроподстанции и другие камеры, в которых установлено электрооборудование с масляным заполнением, должны оснащаться автоматическими установками порошкового пожаротушения.

**Литература к теме:** [2,4,6]

**Вопросы для подготовки к практическому занятию:**

1. Экзогенные и эндогенные пожары. Причины их возникновения.
2. Основные принципы пожарной безопасности.
3. Организация пожарной охраны объекта.
4. Чем регламентируется пожарная безопасность объекта?
5. Меры пожарной профилактики. Предотвращение пожара.
6. Противопожарная защита надшахтных зданий и сооружений. Требования к противопожарной защите шахтных стволов и копров.
7. Пожарная опасность материалов и оборудования в угольных шахтах и методы ее оценки

## **Практическое занятие №5.**

**Тема занятия :**

**Тушение пожара. Современные первичные средства тушения пожара. Способы и средства ограничения распространения пожара за пределы очага. Расчет системы пожарно-оросительного водоснабжения.**

### **Вопросы рассматриваемые на практическом занятии :**

- Современные первичные средства тушения пожара.
- Способы и средства ограничения распространения пожара за пределы очага.
- Мобильные и стационарные шахтные установки для тушения подземных пожаров.
  - Концепция создания шахтных автоматических систем пожаротушения.
- Определение огнетушащей эффективности автоматических систем пожаротушения.
- Расчет системы пожарно-оросительного водоснабжения.
- Экономическая эффективность внедрения новых средств тушения подземных 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.

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.

Также существует способ изоляции, который заключается в прекращении притока свежего воздуха к очагу пожара путем возведения в горных выработках изоляционных перемычек, рубашек, покрытий и др. 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 делятся от нескольких месяцев до нескольких лет, на газовых шахтах изоляция пожара небезопасна, вследствие возможности взрыва метана и пожарных газов.

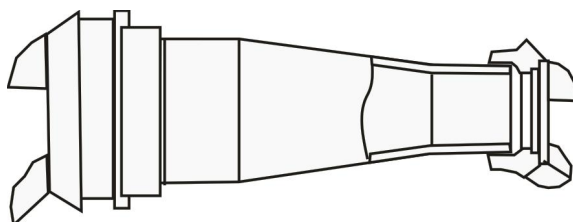
Огнегасительные вещества, используемые в настоящее время для тушения пожаров на угольных шахтах, по фазовому состоянию разделяются на жидкости (вода, заиловочная пульпа); сыпучие вещества (химически активные - огнегасительные порошки и инертные - песок и инертная пыль); пены (химические, воздушно-механические, инертные газомеханические); инертные газы и аэрозоли (диоксид углерода, азот, парогазовая смесь и др.).

Соответственно технические средства пожаротушения разделяются на средства водяного, 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.

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.5.1).

В практике пожаротушения 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/см<sup>2</sup>), что и определяет требование к верхнему значению нормируемого давления на выходе из пожарного крана - 1,5 МПа (15 кгс/см<sup>2</sup>).



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. 5.2).



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

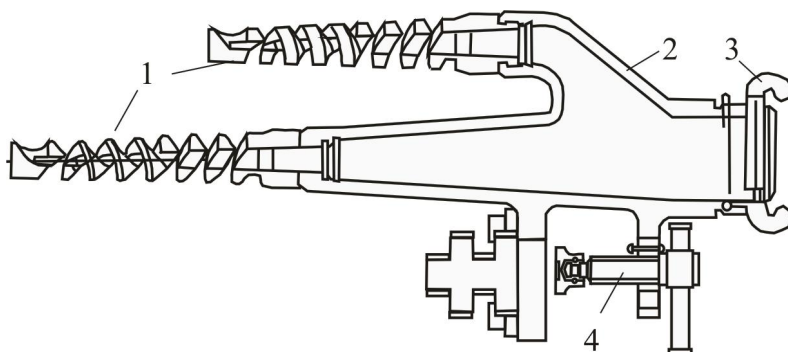


Рисунок 5.2 - Водоразбрызгиватель ВВР-1.

1 - винтовые насадки; 2 - корпус; 3 - пожарная гайка; 4 – струбицы для крепления к канату или борту вагонетки

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. 5.3).

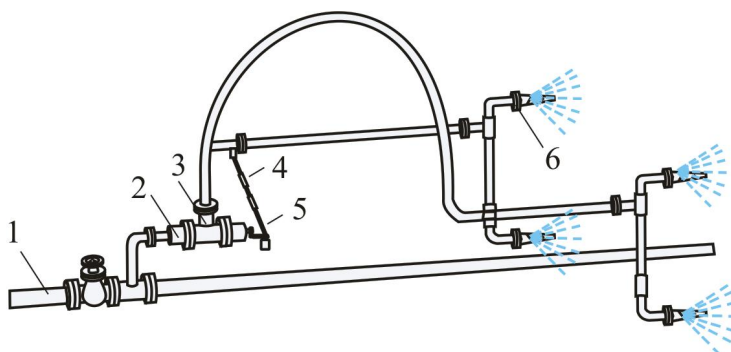


Рисунок 5.3 – Автоматическая установка для создания водяной завесы УВЗ-2

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

В выработках, оборудованных ленточными конвейерами, у всех приводных станций монтируются стационарные автоматические установки водяного пожаротушения УВПК или УВПК-Б (рис. 5.4), срабатывающие в зависимости от типа теплового датчика при температуре 47 или 72 °С. Протяженность защищаемой зоны установками соответственно не менее 18 и 20 м.

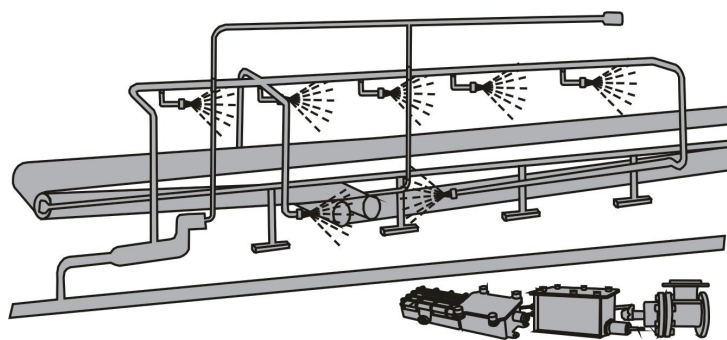


Рисунок 5.4 - Автоматическая установки водяного пожаротушения типа УВПК

Для локализации и тушения пожара на всем протяжении конвейерных выработок применяются автоматические установки УВПС или УВПС-1 (рис. 5.5).

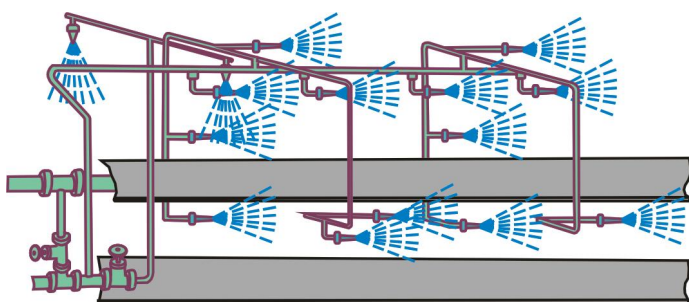
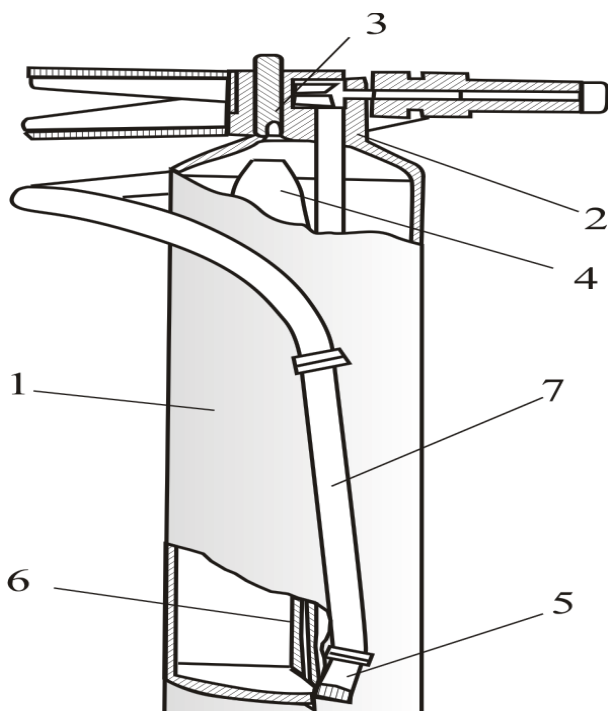


Рисунок 5.5 Автоматическая установка водяного пожаротушения

Установки УВПС образуют водяную завесу, защищающую выработки сечением до 12,7 м<sup>2</sup> 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 завесами. 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. 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. 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. 5.6) и включают цилиндрический сосуд (1) вместимостью 10 л для огнетушащего порошка, запорное устройство (2), ударноспусковое 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.

Для тушения развитых пожаров применяют различного рода мобильные порошковые установки УП-250, УП-500 и УПШ-1000 (рис.5.7) предназначены для тушения пожаров в ранней стадии развития в выработках с рельсовой колеей шириной 600 или 900 мм.

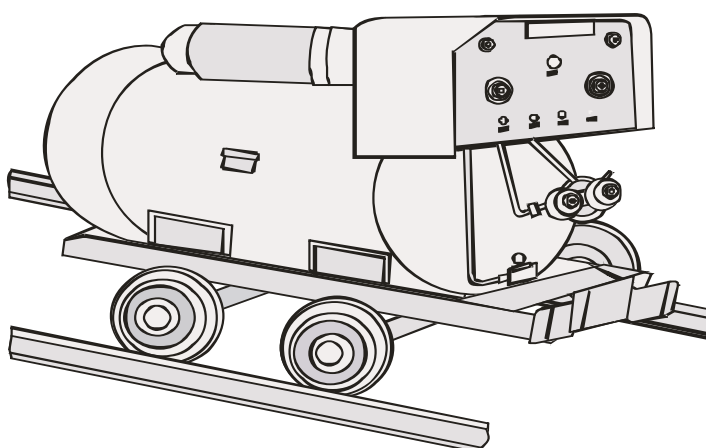


Рисунок 5.6 - Установка порошкового пожаротушения шахтная УПШ-1000

Установки классифицируются по массе заряда соответственно 250, 500 и 1000 кг и времени непрерывного действия 60, 120 и 180 с. Вспучивание 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 м<sup>2</sup> или 5, 25 и 40 погонных метров выработки сечением до 10 м<sup>2</sup>. Высокопроизводительная пеногенераторная установка «Вьюга» (рис. 5.8) предназначена для дистанционного тушения развитых подземных пожаров в стволах, шурфах и выработках околоствольного ствола, непосредственно с

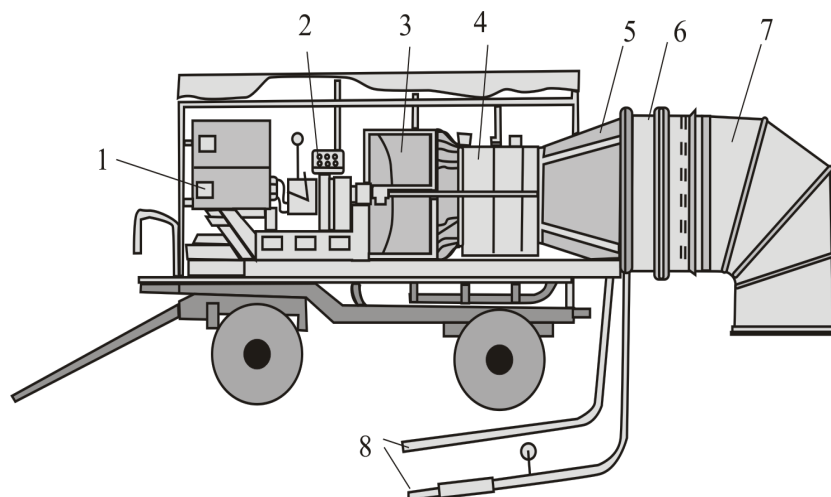


Рисунок 5.7 - Установка высокопроизводительная «Вьюга»

поверхности шахты. В комплект установки входит прицеп, на котором смонтированы все узлы и агрегаты установки и пожарная цистерна типа АЦ-40. 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.

Для подачи воды к очагу пожара из источников водоснабжения, находящихся в горных выработках, используются главные водосборники горизонтов и водоотливные насосы этих водосборников.

При проектировании трубопроводов следует учитывать качество воды, используемой на пожаротушение. Это необходимо для оценки срока службы трубопроводов, как из-за коррозионного износа, так и в связи с "зарастанием" трубопроводов в результате отложений на их стенках.

Размещение трубопроводов должно обеспечивать доступность и удобство их осмотра, монтажа и демонтажа, а также использования при тушении пожаров. Трубопроводы следует располагать со стороны прохода людей на кронштейнах, подвесках или на почве на подкладках.

Пожарные краны и соединительные головки пожарных кранов необходимо располагать на высоте не менее 1,8 м от почвы выработки в местах удобных для обслуживания.

Вода является одним из самых эффективных средств пожаротушения, ввиду ее малой стоимости и высоких огнегасительных свойств, поэтому в противопожарных мероприятиях водоснабжение занимает основное место.

Для подачи воды к очагу пожара из источников водоснабжения, находящихся в горных выработках, используются главные водосборники горизонтов и водоотливные насосы этих водосборников, что и является резервными подземными источниками водоснабжения.

Основными горючими компонентами в горных выработках являются стойки, затяжки и верхняки деревянной крепи, конвейерная лента, гибкие кабели, минеральные масла и полимерные материалы, уголь, метан.

Наибольшее число пожаров возникает в результате воспламенения оболочек кабеля и конвейерных лент - свыше 48% от общего числа пожаров. Наиболее рациональным способом противопожарной защиты горных выработок, оборудованных ленточными конвейерами, является применение автоматических установок УВПК и секционирования УВПС.

*Расчет элементов системы пожарно-оросительного*

*водоснабжения.* Для подачи воды к очагу пожара из источников водоснабжения, находящихся в горных выработках, используются главные водосборники горизонтов и водоотливные насосы этих водосборников, что и является резервными подземными источниками водоснабжения.

Расход и напор воды пожарно-оросительного трубопровода является определяющим фактором при выборе режима водоснабжения аварийного участка при ликвидации на нем пожара.

Расход воды через конический насадок пожарного ствола определяется по формуле:

$$Q = \sqrt{\frac{H_{нас}}{b}}, \text{ л/с} \quad (5.1)$$

Где :

**Q** – расход воды, л/с;

**H<sub>нас</sub>** – напор воды у конического насадка; нормативное значение

**H<sub>нас</sub> = 20м**

**b** – удельное сопротивление (безразмерная величина) принимается по таблице (5.1)

Табл.5.1 Зависимость удельного сопротивления и расхода воды от диаметра насадка

Диаметр насадка, мм	Удельное сопротивление	Расход воды(нормативный) м3/час
13	2,89	10
16	1,86	15
19	0,634	20

Для обеспечения требуемого напора воды у пожарных стволов  $H_{нас}$ напор в пожарно-оросительном трубопроводе  $H_{тр}$ должен превышать конечный напор на величину потерь в рукавной линии  $H_p$  и высотный напор  $H_v$  из-за разности геодезических отметок между источниками питания водой и очагом пожара. Напор  $H$  у источника водоснабжения будет равен:

$$H = H_{нас} + H_v + H_p, \text{ м}; \quad (5.2)$$

Потери напора в рукавных линиях  $H_p$ определяются по табл. 5.2. С увеличением длины рукавной линии на каждые 100 м соответственно увеличиваются потери напора на величину указанную в табл.6.2. Высотный напор  $H_v$  при длине выработки 10м и угле наклона 5 град. составляет 0,09 кгс/см<sup>2</sup> и принимается к расчету при увеличении длины и угла наклона выработки.

Таблица 5.2. Потеря напора  $H_p$  в рукавных линиях, кгс/см<sup>2</sup>

Диаметр, мм		Длина рукавной линии, м			
рукава	конического насадка	льняной		прорезиненной	
		10	100	10	100
77	19	0.05	0.49	0.024	0.24
	16	0.02	0.24	0.016	0.16
	13	0.01	0.10	0.006	0.05
66	19	0.12	1.2	0.06	0.55
	16	0.06	0.61	0.03	0.28
	13	0.03	0.26	0.01	0.12
51	19	0.48	4.84	0.23	2.37
	16	0.24	2.44	0.19	1.19
	13	0.10	1.07	0.05	0.50

*Задача.1* *Определение расхода воды и напора у источника противопожарного водоснабжения для следующих условий:*

Задание на выполнение задачи №1

Определить расход воды и напор у источника противопожарного водоснабжения для следующих условий:

1. В работе один ствол с коническим насадком.
2. Диаметр конического насадка **16 мм.**
3. Рукавная линия **льняная.**
4. Длина рукавной линии **L = 100м .**
5. Диаметр рукавной линии **D=66мм.**
6. Расположение рукавной линии-**горизонтальное.**

Последовательность решения задачи №1.

1. Рассчитывается расход воды через конический насадок пожарного ствола по формуле (5.4), принимая по табл. (5.1) соответствующую диаметру насадка величину удельного сопротивления **b**.
2. Потери напора в рукавных линиях **Н<sub>р</sub>** определяются используя приведенные параметры рукавной линии (длина **L**, диаметр **D**, материал пожарных рукавов,) по табл.5.2,
3. Высотный напор **Н<sub>в</sub>** определяется в зависимости от длины рукавной линии и ее положения в пространстве.
4. Необходимый напор **Н** у источника водоснабжения определяется по формуле (5.2).

Пример решения задачи.

1. Для определения расхода воды через конический насадок пожарного ствола по формуле (5.1), принимаем напор воды у конического насадка; **Н<sub>нас</sub> = 20м** и предварительно по табл. (5.1) определяем, что величина удельного сопротивления **b** для насадка, диаметром **16мм** составляет **1.86**.

2. Рассчитывается расход воды через насадок пожарного ствола по формуле (5.1),

$$Q = \sqrt{\frac{H_{нас}}{b}}, \quad \text{л/с}; \quad (5.1)$$

$$Q = \sqrt{\frac{20}{1,86}} = 3,28 \text{ л/с};$$

Для дальнейших расчетов, округлив, принимаем **3,3 л/с** или **11,9 м<sup>3</sup>/час**, что коррелируется с нормативным значением (табл.5.1).

3. Потери напора в рукавных линиях **Н<sub>р</sub>** определенные по табл.5.2 для льняной рукавной линии длиной **L = 100м**, диаметром **D=66мм** и с коническим насадком диаметром **16мм** составляют **0.61 кгс/см<sup>2</sup>**.

4. Высотный напор **Н<sub>в</sub>** не учитывается, так как рукавная линия расположена в горизонтальной плоскости.

5. Напор у источника водоснабжения **Н** будет равен:

$$H = H_{нас} + H_{в} + H_{р}, \text{ м}; \quad (5.2)$$

$$H = 20 + 0 + 0,61 = 20,61, \text{ м};$$

С учетом округления принимается напор у источника водоснабжения **Н 20.6 м**.



Последовательность решения задачи

3. Рассчитывается расход воды через конический насадок пожарного ствола по формуле (5.1), принимая по табл. (5.1) соответствующую диаметру насадка величину удельного сопротивления **b**.
4. Потери напора в рукавных линиях **Н<sub>р</sub>** определяются используя приведенные параметры рукавной линии (длина **L**, диаметр **D**, материал пожарных рукавов,) по табл.5.2,
3. Высотный напор **Н<sub>в</sub>** определяется в зависимости от длины рукавной линии и ее положения в пространстве.
4. Необходимый напор **Н** у источника водоснабжения определяется по формуле (5.2).

Задание на выполнение задачи

1. В работе один ствол с коническим насадком.
2. Диаметр конического насадка **16 мм**.
3. Рукавная линия **льняная**.
4. Длина рукавной линии **L = 100 м**.
5. Диаметр рукавной линии **D = 66 мм**.
6. Расположение рукавной линии **горизонтальное**.

1. Для определения расхода воды через конический насадок пожарного ствола по формуле (5.1), принимаем напор воды у конического насадка; **Н<sub>нас</sub> = 20 м** и предварительно по табл. (5.1) определяем, что величина удельного сопротивления **b** для насадка, диаметром **16 мм** составляет **1.86**.

2. Рассчитываем расход воды через насадок пожарного ствола по формуле (5.1),

$$Q = \sqrt{\frac{H_{нас}}{b}}; \quad \text{л/с}; \quad (5.1)$$

$$Q = \sqrt{\frac{20}{1,86}} = 3,28 \text{ л/с};$$

Для дальнейших расчетов, округлив, принимаем **3,3 л/с** или **11,9 м<sup>3</sup>/час**, что коррелируется с нормативным значением (табл.5.1).

3. Потери напора в рукавных линиях **Н<sub>р</sub>** определенные по табл.5.2 для льняной рукавной линии длиной **L = 100 м**, диаметром **D = 66 мм** и с коническим насадком диаметром **16 мм** составляют **0.61 кгс/см<sup>2</sup>**.
4. Высотный напор **Н<sub>в</sub>** не учитывается, так как рукавная линия расположена в горизонтальной плоскости.
5. Напор у источника водоснабжения **Н** будет равен:

$$N = N_{нас} + N_{в} + N_{р}, \text{ м}; \quad (5.2)$$



$$H = 20 + 0 + 0,61 = 20,61, \text{ м};$$

С учетом округления принимается напор у источника водоснабжения

$$H = 20,6 \text{ м.}$$

**Литература к теме [1,2, 7, 6 ];**

**Вопросы для подготовки к практическому занятию:**

1. Существующие способы и средства оповещения о пожарах в шахте и способы их тушения.
2. Способы и средства ограничения распространения пожара за предел очага.
3. Современные первичные методы тушения пожара.
4. Мобильные и стационарные шахтные установки для тушения подземных пожаров.
5. Концепция создания шахтных автоматических систем пожаротушения.
6. Расчет параметров режима работы автоматических установок УВПК в зависимости от степени огнестойкости крепи выработок.
7. Расчет системы пожарно-оросительного водоснабжения.

## **Практическое занятие №6**

**Тема занятия :**

**Причины возникновения взрывных явлений на горных предприятия.  
Способы и средства локализации взрывов пылегазовоздушных смесей в  
горных выработках. Взрывозащита технологического оборудования.**

**Вопросы рассматриваемые на практическом занятии :**

- Условия возникновения и протекания взрывов метана и пылевоздушных смесей
- Мероприятия, препятствующие возникновению взрывов метана и образованию пыли и пылевого облака
- Мероприятия, препятствующие образованию пыли

Взрывы газа и угольной пыли относятся к авариям с наиболее тяжкими последствиями в социальном и экономическом плане. Как показывает практика, обеспечение надежной пылевзрывозащиты – сложная организационно-техническая задача, решение которой зависит от объективной оценки факторов опасности взрыва и принятие рациональных мер и технологий к их исключению.

*Условия возникновения и протекания взрывов метана и пылевоздушных смесей* Основные факторы опасности взрыва:

- нижний концентрационный предел взрываемости пылевого аэрозоля, образующегося из взвешенной и отложившейся пыли;
- масса отложившейся пыли на единицу поверхности выработки и горно-шахтного оборудования;
- способы и параметры профилактических мероприятий по предупреждению образования взрывчатых концентраций метана и аэрозоля из отложившейся пыли;
- способы локализации взрыва пылегазовоздушных смесей в выработках.

Воспламенения газо-пылевоздушных смесей в атмосфере горных выработок обусловлены протеканием экзотермических реакций окисления метана и угольной пыли с кислородом воздуха. Взрывчатыми свойствами обладают и другие газы (оксид углерода, сероводород и пр.), однако выделения их в горные выработки, как правило, не достигают взрывоопасной концентрации и основная опасность этих газов заключается в их ядовитых свойствах.

Для того чтобы возникло пламенное или взрывное горение рудничного газа, необходимо смешивание исходных компонентов в определенных пропорциях, т. е. образование горючей смеси. В горных выработках образование горючей метановоздушной смеси может происходить когда воспламеняется предварительно перемешанная и, следовательно, максимально реакционно-способная горючая смесь рудничного газа и воздуха или когда рудничный газ и воздух не были предварительно

перемешаны и их сгорание происходит уже в процессе взаимного смешивания. Пределы взрыва смесей метана с воздухом наглядно представлены на диаграмме взрываемости метана Рис. 6.1.

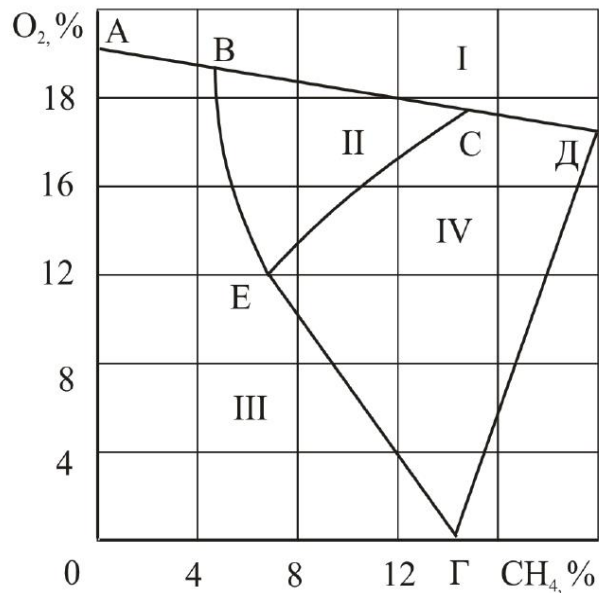


Рис.6.1. Диаграммы взрываемости метановоздушных смесей  
 I – неосуществимая смесь; II и III - взрывчатые и невзрывчатые смеси; IV - смеси, которые могут стать взрывчатыми при добавлении воздуха

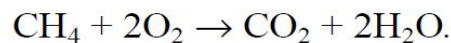
Так, все практически осуществимые смеси метана с атмосферным воздухом представлены площадью ниже линии АД. Точка В соответствует нижнему концентрационному пределу взрываемости метана в воздухе (5% метана и 95% воздуха), а точка С - верхнему (15% метана и 85% воздуха). Точка Е соответствует нижнему концентрационному пределу взрываемости смеси по кислороду, который равен 12%. Точки В, С и Е замыкают контур, называемый треугольником взрываемости, в пределах которого метановоздушная смесь взрывоопасна. Линия ВЕ является линией нижних, а линия СЕ верхних концентрационных пределов взрываемости. Область, ограниченная контуром АВЕГОА составляет зону невзрывчатых смесей метана с кислородом воздуха, а область зона справа от линии ЕГ, ограниченная контуром ЕГДСЕ – зону невзрывчатых смесей метана с кислородом воздуха, но которые могут стать взрывчатыми при добавлении свежего воздуха. В общем виде, в реальных условиях метановоздушная смесь с содержанием метана до 5-6% горит при наличии постоянного источника воспламенения, от 5-6 до 14-16% - взрывается и свыше 14-16% - не горит и не взрывается. Волна сжатия быстро переходит в еще более мощную ударную волну, скорость распространения которой может достигать нескольких сот метров в секунду.

В зависимости от скорости распространения фронта пламени и давления в ударной волне различают несколько типов воспламенения:

Воспламенение	Давление во фронте пламени (ударной волны), МПа	Скорость движения фронта пламени, м/с
Замедленное		0,3-0,6
Вспышка	0,015	2-10
Взрывное горение	0,015-1	10-300
Детонация	2-5	1000-8000

Переход вспышки во взрыв происходит при скорости химического превращения менее 1 м/с, для чего необходим или приток смеси в очаг, или перемещение самого очага (фронта пламени) со скоростью звука и выше. С

Вблизи источника воспламенения и при притоке кислорода извне может гореть спокойным пламенем. Сгорание метана в этом случае происходит в соответствии с уравнением



Однако в горных выработках горение метана часто происходит при недостаточном содержании кислорода, что приводит к появлению в составе пожарных газов оксида углерода



ростом количества метана в воздухе от 5 до 15%

сила взрыва вначале нарастает, достигает максимума при содержании метана близкому к стехиометрическому, т. е. 9,46% по объёму, а затем, при дальнейшем повышении содержания метана, уменьшается и при содержании метана свыше 14-16% происходит его полное самогашение, и взрыва не возникает.

Температура продуктов взрыва метана в неограниченном объеме достигает 1875 °С, а внутри замкнутого объема 2150-2650 °С. Давление газа в месте взрыва в среднем в 9 раз превосходит начальное давление метановоздушной смеси до взрыва.

Такое предварительное сжатие всегда способствует развитию высоких давлений во взрывной волне (до 3 МПа и выше) и увеличению скорости ее распространения. Взрывное горение переходит в детонацию скачкообразно и сопровождается разгоном фронта пламени до сверхзвуковой скорости (в 3-20 раз больше скорости звука), ростом давления перед фронтом до 2-5 МПа и соответствующим повышением температуры

Пылевоздушные смеси взрываются легче метановоздушных, а при наличии в Шахтновоздухе взвешенной угольной пыли воспламенение метановоздушной смеси может произойти при доле метана около 3%. Это объясняется тем, что в отличие от метановоздушных смесей угольная пыль возгорается при температуре 300-365 °С, бурого угольная - при 200-230 °С. углей Это обстоятельство в определенной степени объясняет установленный факт,

что опасными по взрывам пыли являются пласты угля марок Г, Ж, К, ОС. с выходом летучих веществ 15% и более.

Влагосодержание частиц угольной пыли также оказывает существенное влияние на ее взрывоопасность.

Во-первых, влага действует как инертная добавка, снижая тепловой баланс системы.

Во-вторых, переходя в парообразное состояние, влага создает вокруг горячей частицы экранирующий слой, обогащенный парами воды.

В-третьих, влага способствует аутогезии мелких частиц в более крупные, что снижает удельную поверхность пыли и, следовательно, уменьшает ее взрывчатость, отложившаяся увлажненная пыль теряет способность переходить во взвешенное состояние и создавать взрывоопасные концентрации.

По классификации источники воспламенения пыли разделяются на слабые и сильные. Слабые источники не образуют выраженной ударной волны и неспособствуют переходу отложений угольной пыли во взвешенное состояние. К слабым источникам воспламенения относятся электрические дуги и искры, открытое пламя горения, нагретые тела без образования пламени, тепловые искры. Сильные источники воспламенения, напротив, вызывают образование ударной волны и переводят отложения угольной пыли во взвешенное состояние. При воспламенении от сильных источников обязательно участвуют метан и угольная пыль. К сильным источникам воспламенения относятся:

- фронт пламени и (или) ударной волны взрывов метана и угольной пыли (наиболее сильный и опасный источник воспламенения, характеризующийся длительным действием в весьма большом объеме);
- продукты детонации взрывчатых веществ (характеризуются весьма малым временем действия в ограниченном объеме);
- ударные волны от взрыва конденсированных веществ (возникают при камуфлетном взрывании, когда продукты детонации задерживаются и не достигают взрывчатой смеси и характеризуются незначительным временем воздействия в ограниченном объеме);
- ударные волны от обрушения больших объемов горной массы (характеризуются незначительным временем воздействия при весьма больших объемах рассеивания энергии ударных волн).

Концентрационные пределы расширяются также при увеличении содержания в рудничной атмосфере водорода и гомологов (этана, пропана, бутана и др.) Концентрационные пределы взрывчатости угольной пыли

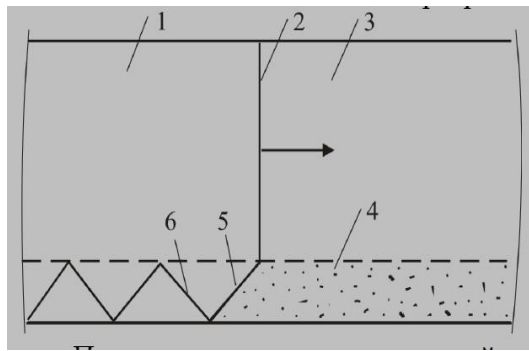


Рисунок 6.2 - Схема перехода отложившейся пыли в возмущенное состояние 1 - возмущенная среда за фронтом ударной волны; 2 - фронт ударной волны; 3 - невозмущенная среда; 4 - слой отложившейся пыли; 5 - присоединенная волна сжатия в слое пыли; 6 - отраженная волна сжатия в слое пыли

зависят также от источника воспламенения: расширяются при повышении начального давления пылевоздушной смеси (особенно увеличивается верхний предел), начальной температуры смеси (в большей степени изменяется верхний предел) и, напротив, сужаются при повышении скорости движения пылевоздушной смеси и уменьшении размеров взрывоопасного объема.

*Мероприятия, препятствующие возникновению взрывов метана и образованию пыли и пылевого облака* в сущности, реализуются при комплексном обеспыливании воздуха для борьбы с пылью как профессиональной вредностью. Выполнение этих мероприятий (предварительное увлажнение пласта, орошение водой при отбойке, погрузке и разгрузке угля, обеспыливание вентиляцией, пневмоэжекцией и др.) обеспечивает снижение концентрации пыли, даже в случае достижения так называемого технического уровня запыленности, в тысячи раз меньшим, чем нижний предел сильновзрывчатой пыли. Мероприятия, исключаящие препятствующие появлению источников воспламенения пыли, те же, что и против воспламенения метана. В зависимости от вида пылевзрывозащиты применяются следующие мероприятия:

1. При сланцевой пылевзрывозащите для предупреждения взрывов пыли производится побелка и осланцевание горных выработок, а для локализации взрывов устанавливаются сланцевые заслоны и автоматические системы.
2. При гидропылевзрывозащите для предупреждения взрывов применяется побелка, обмывка горных выработок (мокрая уборка пыли), связывание отложившейся пыли гигроскопическими смачивающе-связующими составами или с помощью непрерывно действующих туманообразующих завес, а для локализации взрывов устанавливаются водяные заслоны и автоматические системы.
3. При комбинированной пылевзрывозащите применяются способы и средства предупреждения и локализации взрывов пыли, основанные на

использовании как воды, так и инертной пыли. Определение и корректировка нижнего предела взрываемости производится по номограмме, представленной на рисунке 6.3

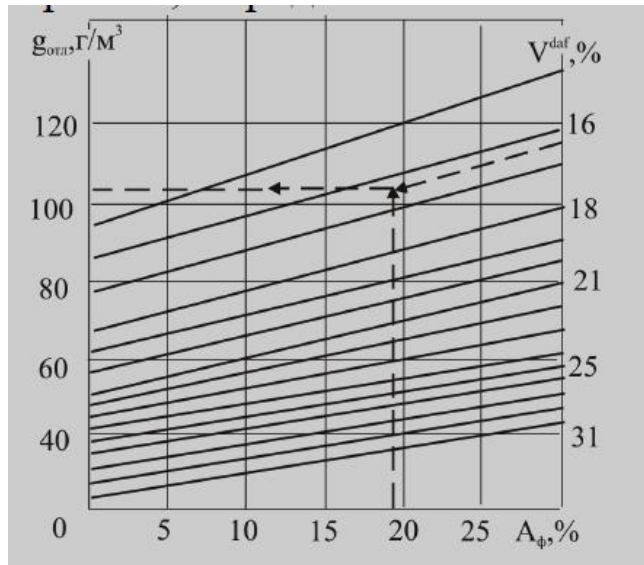


Рис.6.3 Номограмма для определения нижних пределов взрываемости отложившейся пыли

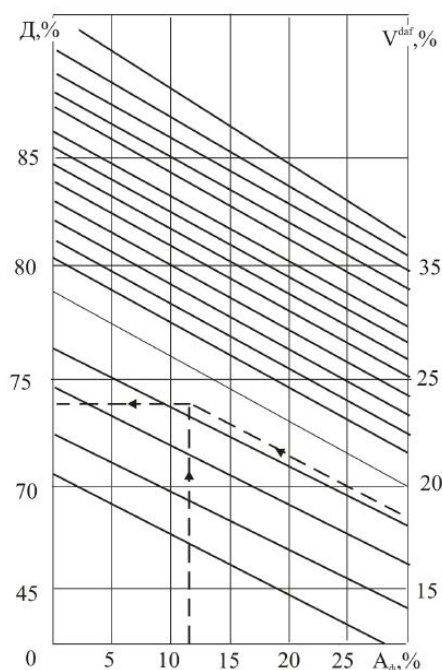
#### *Мероприятия, препятствующие образованию пыли*

К опасным по взрывам пыли относятся пласты угля с выходом летучих веществ 15% и более, а также пласты угля (кроме антрацитов) с меньшим выходом летучих веществ, взрывчатость пыли которых установлена лабораторными испытаниями. Пылевой режим предусматривает выполнение комплекса мероприятий препятствующих образованию пыли и пылевого облака (аэрозоля), исключая появление источников воспламенения пыли. Выполнение этих мероприятий (предварительное увлажнение пласта, орошение водой при отбойке, погрузке и разгрузке угля, обеспыливание вентиляцией, пневмоэжекцией и др.) обеспечивает снижение концентрации пыли, даже в случае достижения так называемого технического уровня запыленности, в тысячи раз меньшим, чем нижний предел сильно взрывчатой пыли. При гидропылевзрывозащите для предупреждения взрывов применяется побелка, обмывка горных выработок (мокрая уборка пыли), связывание отложившейся пыли гигроскопическими смачивающе-связующими составами или с помощью непрерывно действующих туманообразующих завес, а для локализации взрывов устанавливаются водяные заслоны и автоматические системы. При комбинированной пылевзрывозащите применяются способы и средства предупреждения и локализации взрывов пыли, основанные на



использовании как воды, так и инертной пыли. Выбор способов и средств предупреждения и локализации взрывов пыли (побелка, обмывка, осланцевание, нанесения смачивающе-связующих растворов, применение туманообразующих завес, установки сланцевых или водных заслонов) для конкретной выработки производится в зависимости от вида и назначения выработки, интенсивности в ней пылеотложения, устойчивости вмещающих пород, температуры и влажности проходящего воздуха. Инертная пыль готовится главным образом из известняка или глинистого сланца. Инертная пыль должна обладать способностью переходить во взвешенное состояние (образовывать плотное облако) после пребывания во влажной атмосфере. Для достижения этой цели используют гидрофобные добавки (стеарин - 0,2-0,3% или сплав парафина с канифолью - 0,3-0,4%). Осланцевание производится вручную или с помощью специальных машин типа ОМК-1, позволяющей в течение 6-часовой смены обработать выработку площадью сечения 5-6 м<sup>2</sup> и длиной до 1000 м. Норма осланцевания определяется и корректируется по фактическому содержанию негорючих веществ в пластовой пробе угля и добавке инертной пыли по формуле (6.3):

$$N = \frac{A_{\phi} (100 - D)}{100} + D, \% \quad (6.3)$$



где  $A_{\phi}$  - содержание негорючих веществ, %;  $D$  - добавка инертной пыли, %, определяемая по номограмме

Рисунок 6.4 - Номограмма для определения добавки инертной пыли



где  $\delta$  - нижний предел взрываемости угольной пыли, г/м<sup>3</sup>; S - сечение выработки, м<sup>2</sup>.

Для общешахтных выработок норма осланцевания принимается наибольшей из установленных для разрабатываемых шахтой пластов угля, а для групповых - наибольшей из установленных для разрабатываемых в данной группе пластов. Ограничивающими и дифференцирующими факторами применения обмывки выработки является интенсивность внейпылеотложения, устойчивость вмещающих пород и требования по температуре и влажности проходящего воздуха. Для связывания угольной пыли применяются жидкие или пастообразные смачивающе-связующие составы на основе хлористого кальция и смачивателя. Расход жидкого смачивающе-связующего состава должен быть не менее 0,5 л/м<sup>2</sup>, пасты - не менее 3,0 кг/м<sup>2</sup> обрабатываемой поверхности. Зависимость 6.2:

$$T_{\text{п}} = \frac{K_{\text{п}} K_{\text{м}} - \delta_{\text{отп}}}{P_{\text{и}}}, \text{сут},$$

где:

**Кп** - коэффициент продолжительности защитного действия способа (принимается при побелке, осланцевании и обмывке - 1, при связывании пыли смачивающе-связующим раствором - 5, при связывании пыли

**Ри** - интенсивность пылеотложения, г/м<sup>3</sup> сутки, (принимается, за исключением участков вентиляционных штреков, примыкающих к лавам протяженностью 200 м, по табличным данным НПАОП 10.0-5.09-04);

**Км** - коэффициент, учитывающий влияние содержания метана в атмосфере выработки. Для негазовых шахт Км принимается равным 1, а для газовых – в зависимости от допустимого содержания метана:

CH <sub>4</sub> , %	0,5	0,75	1,0	1,5	2,0
К <sub>м</sub>	0,75	0,6	0,5	0,35	0,25

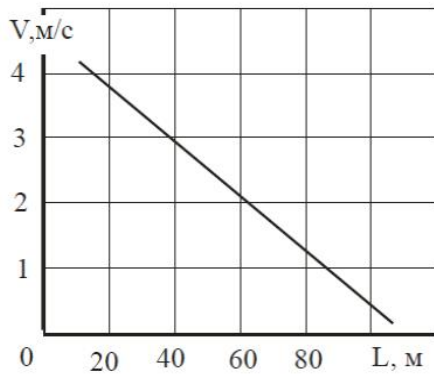
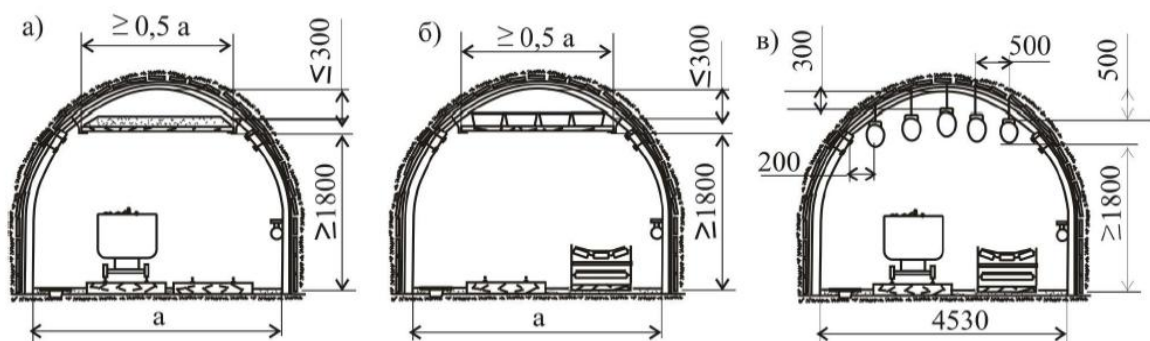


Рис.6.5 – Зависимость расстояния между первой и второй туманообразующими завесами от скорости движения воздуха в выработке.

Туманообразующие завесы устанавливаются для непрерывного связывания угольной пыли рассосредоточено на примыкающем к лаве участке вентиляционного штрека с интенсивностью пылеотложения 2,2 г/м<sup>3</sup> сутки и более. Каждый туманообразователь завесы создает факел тумана в виде сплошного конуса, соизмеримым с поперечным сечением выработки. Туманообразователи в первой завесе располагаются при скорости движения воздуха свыше 2 м/с факелами навстречу движению вентиляционной струи, при скорости 2 м/с и менее, а также во второй и последующих завесах - в сторону ее движения. Расстояние первой завесы от лавы не должно превышать 20 м, между первой и второй завесами принимается в зависимости от скорости движения воздуха в выработке (рис.6.5), а между



каждой последующей завесы, начиная с третьей, увеличивается на 25 м.

Рисунок 6.6 - Схемы устройства заслонов в выработке с металлической арочной крепью а - сланцевый заслон; б - водяной заслон; в - сланцевый или водяной заслон из сосудов ПБС-1

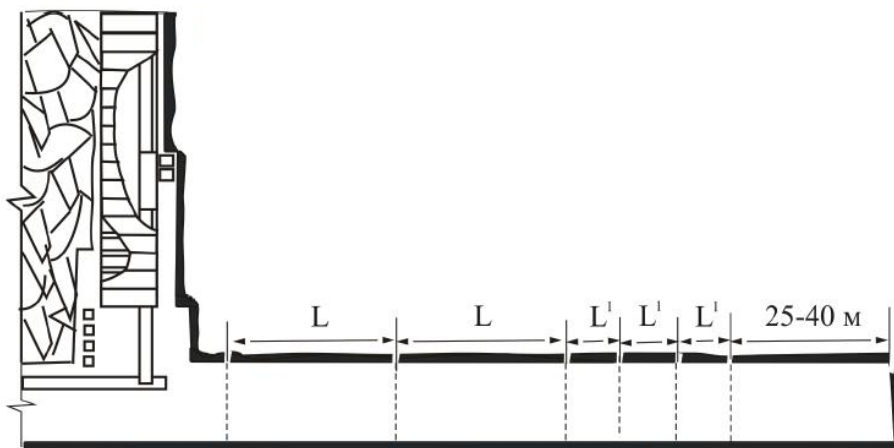


Рисунок 6.7 - Схема изоляции рассредоточенным водяным или сланцевым заслоном забоя тупиковой подготовительной выработки протяженностью от 70 до 180 м

$$L \leq \frac{Q}{q_p S}, \text{ м}, \quad (6.3)$$

где:

$q_p$  - минимальное удельное количество воды или инертной пыли в заслоне, кг/м<sup>3</sup> объема выработки, принимаемого в зависимости

$V^{\text{daf}}, \%$	Менее 15	От 15 до 20	От 20 до 25	25 и более
$q_p, \text{ кг/м}^3$	0,20	0,35	0,55	0,75

отвыхода летучих веществ угля пласта:

Сланцевыми или водяными заслонами защищают: очистные выработки; забои пластовых подготовительных выработок; крылья шахтного поля в каждом пласте; конвейерные выработки; пожарные участки; склады взрывчатых материалов.

*Мероприятия, препятствующие взрыву метана.* Шахты, в которых хотя бы в одной выработке обнаружен метан, относят к опасным по газу и переводят на газовый режим. Газовый режим предусматривает выполнение комплекса мероприятий по предупреждению опасных скоплений метана, исключения появления источников воспламенения и локализацию взрывов метановоздушных смесей.

Мероприятия газового режима дифференцированы в зависимости от категории шахты, определяющей степень опасности по метану.

Предусмотренные нормы разбавления метана необходимы для обеспечения резерва безопасности при различных технологических процессах, а также для того, чтобы при нарушениях проветривания осуществить вывод людей

прежде, чем, концентрация метана достигнет взрывоопасного уровня. При расчетах необходимого для проветривания количества воздуха вводится (используется) коэффициент неравномерности метановыделения 1,5.

Одной из основных мер газового режима является проветривание. Проветривание должно быть организовано таким образом, чтобы в горных выработках содержание метана и других горючих газов не превышало установленных концентраций.

На шахтах с высокой газообильностью из-за необходимости ограничения скорости движения воздуха не всегда удается средствами вентиляции обеспечить содержание метана в пределах установленных норм. В таких случаях осуществляется дегазация разрабатываемых и смежных пластов или выработанных пространств.

Дегазация необходима как обязательное средство при условии метановыделения из этих источников: на тонких пластах  $> 2$  м  $3/\text{мин}$ , на пластах средней мощности  $> 3$  м  $3/\text{мин}$ , на мощных пластах  $> 3,5$  м  $3/\text{мин}$ .

*Автоматическая система локализации вспышек метана и угольной пыли.* На шахтах, разрабатывающих угольные пласты, опасные по взрывам пыли, забои подготовительных выработок, проводимые по углю или породе, а также распределительные пункты и другие места групповой установки электрооборудования в участковых выработках должны быть защищены автоматическими системами локализации вспышек метана и угольной пыли. Варианты расположения автоматической системы в участковых выработках приведены на рисунке 6.8.

Для создания предохранительной среды устройство подавления вспышек УПВ-30П заряжается пламягасящим порошком, газогенерирующим зарядом и пиропатроном. Снаряжение устройства подавления вспышек пламягасящим порошком может проводиться как на поверхности, так и непосредственно в месте установки, Снаряжение газогенерирующим зарядом и пиропатроном должно производиться непосредственно на месте установки. Один раз в год должна проводиться замена пламягасящего порошка и мастером - взрывником газогенерирующего заряда.

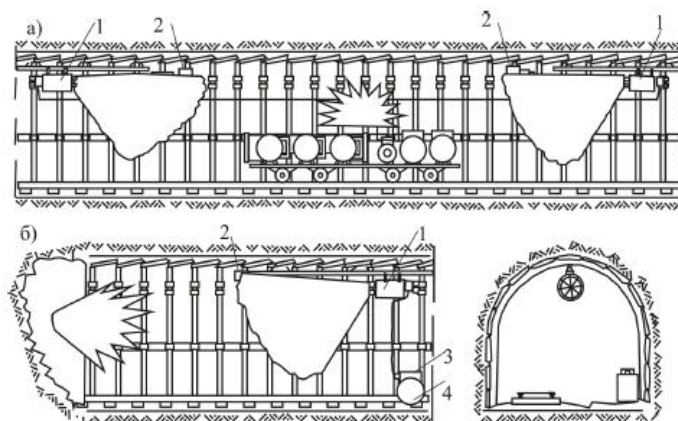


Рисунок 6.8 Схема расположения автоматической системы локализации вспышек метана и угольной пыли а - для защиты распределительного пункта;

б - для защиты тупиковой выработки; 1- устройство УПВ-30П; 2-датчик ДПК

При высокопроизводительных технологиях и механизмах с высокой энерговооруженностью опасность взрыва газа и пыли сводится к минимуму только при полной автоматизации всех процессов комплексного обеспыливания и пылевзрывозащиты:.

- системы мониторинга интенсивности накопления пыли и пылевзрывобезопасности горных выработок, аналогичная системе газового контроля;
- автоматических систем пылеподавления и гидрообеспыливания, функционально связанных с системой мониторинга интенсивности накопления пыли;
- систем подавления и локализации взрывов порошковыми ингибиторами.

Нормативную базу по предупреждению и локализации взрывов газа и угольной пыли необходимо постоянно корректировать с учетом изменившихся технологий и интенсивности угледобычи.

**Литература к теме:[2,5,7.]**

**Вопросы для подготовки к практическому занятию:**

- 1.Причины возникновения взрывных явлений на горных предприятиях.
- 2.Общая схема анализа возникновения и развития взрывных явлений.
- 3.Ударная волна и детонация
- 4.Причины возникновения взрывных явлений на объекте экономики.
- 5.Взрывозащита технологического оборудования.
- 6.Каковы причины возникновения взрывных явлений на горных предприятия.
7. Способы и средства локализации взрывов пылегазо-воздушных смесей в горных выработках. Взрывозащита технологического оборудования.
- 8.Основные причины возникновения взрывных явлений на горных предприятия.
- 9.Применяемые способы и средства локализации взрывов пылегазовоздушных смесей в горных выработках.

## Практическое занятие №7.

Тема занятия :Дегазация угольных шахт. Необходимость применения и определение эффективности дегазации источников метановыделения  
Дегазация угольных шахт.

### Вопросы рассматриваемые на практическом занятии :

- 1 Дегазация. Назначение дегазации
- 2 Способы дегазации угольных пластов и вмещающих пород
- 3.Дегазация скважинами, пробуренными с поверхности
- 4.Предварительная дегазация угольных пластов, проводимая из подземных выработок
- 5.Дегазация разрабатываемых пластов
- 6.Способы дегазации сближенных угольных пластов и вмещающих пород при их подработке и надработке.
7. Способы дегазации выработанного пространства
- 8.Перспективные способы интенсификации дегазации угольных пластов.
- 9..Необходимость применения дегазации источников метановыделения.

### *Определение. Назначение дегазации*

Одним из основных природных факторов, неблагоприятно влияющих на эффективность деятельности угольных шахт, в частности Донбасса, является высокая природная газоносность угольных пластов.

Опыт работы в глубоких шахтах показывает, что высокопроизводительная разработка метаноносных угольных пластов на больших глубинах без применения специальных мероприятий по снижению выделений метана практически неосуществима. Основными источниками метановыделения являются разрабатываемые угольные пласты, смежные с ними подрабатываемые или надрабатываемые пласты (спутники) и вмещающие породы. Сокращение метановыделения в горные выработки достигается путем: применения **дегазации** разрабатываемых пластов, сближенных пластов и спутников, вмещающих пород, выработанных пространств

**Дегазация** — естественные или искусственные процессы удаления газов из их источников (угольные пласты, вмещающие породы, рудные залежи, скопления свободных газов в зонах тектонических нарушений). Дегазация бывает: пассивной, при которой источник интенсивного выделения газа в горные выработки изолируется от шахтной атмосферы и каптированный газ выводится либо за пределы опасного участка в струю воздуха для разжижения до допустимых норм, либо на дневную поверхность; активной, когда процессы сбора и изолированного от горных выработок вывода газа на поверхность производятся под вакуумом, создаваемым специальными искробезопасными водокольцевыми вакуум-насосами..

Цель дегазации — снижение поступления газа в горные выработки, предотвращение его внезапных выделений. Для обеспечения безопасных условий работы в газовых шахтах содержание метана в выработках должно быть значительно меньше нижнего предела взрывчатости метановоздушной смеси (5%). Для создания безопасных условий труда в соответствии с принятыми нормами содержания метана в атмосфере горных выработок угольных шахт дегазация на газовых шахтах предусматривается в случае, когда существующими средствами вентиляции невозможно обеспечить содержание метана в рудничной атмосфере в пределах установленных норм.

*Дегазация шахт* — комплекс технологических процессов, направленных на предотвращение выделения метана в атмосферу горных выработок и осуществляемых путем его извлечения, улавливания и изолированного отвода на поверхность или физико-химического связывания в угленосной толще.

*Способы дегазации* — совокупность технических и технологических решений, реализация которых позволяет осуществить дегазацию источников выделения метана в рудничную атмосферу. К техническим решениям относят выбор конструкции и размещения дегазационных скважин, сооружений, устройств и контрольно-измерительной аппаратуры, к технологическим — установление параметров, приемов и последовательности ведения дегазационных работ.

В зависимости от дегазируемого источника метановыделения различают следующие способы:

- способы дегазации неразгруженных угольных пластов и вмещающих пород;
- способы дегазации сближенных угольных пластов и вмещающих пород при их подработке и надработке;
- способы дегазации выработанного пространства;
- комбинированные способы дегазации;
- каптаж метана при его суфлярном выделении.

На пластах с высокой газоносностью, когда одной схемой дегазации не удается снизить газообильность проводимой выработки, применяется сочетание (комбинация) нескольких схем дегазации.

Эффективность применения того или иного способа дегазации определяется по уменьшению метанообильности горных выработок. Эффективность дегазации характеризуется коэффициентом эффективности дегазации  $K_{э.д.}$  или степенью дегазации  $k_d$ :

$$K_{э.д.} = \frac{q - q_{\phi}}{q}; \quad (7.1)$$

$$k_d = \frac{x - x_{\phi}}{x}, \quad (7.2)$$

где:

$q_{\text{ид}}^1$  -метанообильность выработки соответственно до и после дегазации источников выделения метана в данную выработку,  $\text{м}^3/\text{т}$ ;

$x$  и  $x_{\text{ф}}$  — метаноносность угольного пласта соответственно до и после дегазации,  $\text{м}^3/\text{т}$ .

#### *Способы дегазации угольных пластов и вмещающих пород*

На практике используются следующие способы дегазации, применяемые в зависимости конкретных горно-геологических и горнотехнических условий и, в частности метанообильности:

- предварительная дегазация пласта;
- дегазация разрабатываемого пласта скважинами;
- способы дегазации сближенных пластов;
- дегазация выработанного пространства;

Дегазация сближенных пластов даёт максимальный эффект снижения газообильности шахт за счёт отсоса газа из наиболее крупного источника газа — выработанных пространств. Дегазация смежных пластов фланговыми скважинами позволяет отсасывать до 90% всего газа в пределах шахтного поля.

#### *Дегазация скважинами, пробуренными с поверхности*

Дегазацию скважинами с поверхности (рис 7.1), как способа предварительной дегазации пласта рекомендуется осуществлять при глубине разработки до 600 м, если подземные скважины недостаточно эффективны, а условия поверхности позволяют разместить буровое и дегазационное оборудование.

Место заложения скважины на поверхности следует выбирать так, чтобы к моменту окончания бурения проекция ее забоя на разрабатываемый пласт находилась на расстоянии не менее 30 м впереди очистного забоя и на удалении от вентиляционной выработки не свыше половины длины лавы. Глубина скважины должна быть такой, чтобы расстояние между ее забоем и кровлей вынимаемого пласта равнялось десяти его мощностям. В момент прохода лавы под скважиной последняя должна быть подключена к вакуум-насосу. Величина разрежения, создаваемая в скважинах, не менее 150 мм рт. ст.

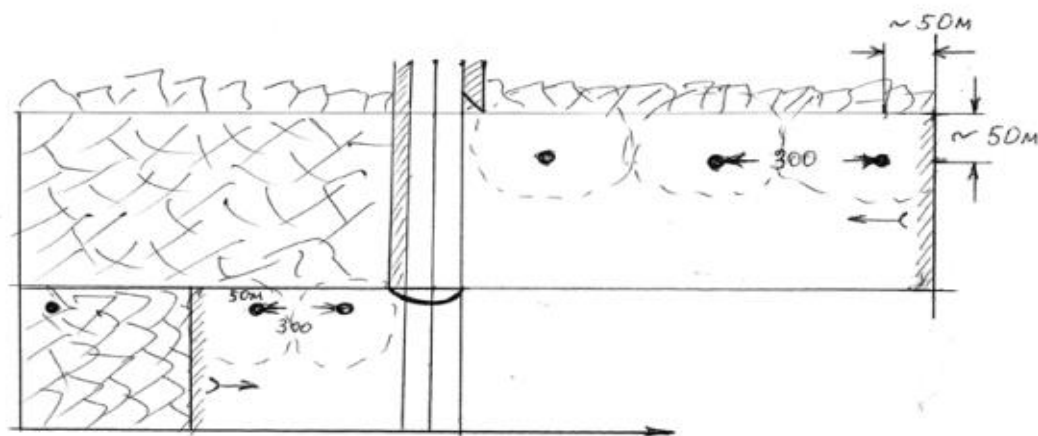


Рис.7.1. Дегазация скважинами ,пробуренными с поверхности.



## *Предварительная дегазация угольных пластов, проводимая из подземных выработок*

Для снижения газообильности выработок, проводимых по угольным пластам, применяется предварительная дегазация пластов или текущая дегазация угольного массива вблизи проводимой выработки. Предварительная дегазация угольного пласта проводится до начала проходческих работ. Срок каптажа газа устанавливается условием достижения проектного коэффициента дегазации с учетом показателей газоотдачи пласта в скважины: интенсивности начального удельного метановыделения ( $g_0$ ), темпа снижения во времени начального удельного метановыделения ( $a$ ). На пластах с низкой газоотдачей срок каптажа газа принимается не менее 6 и 12 месяцев соответственно для восстающих (горизонтальных) и нисходящих скважин, буримых за контур будущих подготовительных выработок.

*Дегазация разрабатываемых угольных пластов* может осуществляться подготовительными выработками и скважинами. Дегазация разрабатываемых угольных пластов скважинами, пробуренными из подготовительных выработок, осуществляется при столбовых, сплошных, слоевых и комбинированных системах разработки, если имеется достаточное опережение выработки относительно лавы. Если выработку проводят по пласту с невыдержанной гипсометрией, то под углом  $30^\circ$  к оси выработки через каждые 10 м бурят дренажные шпуров диаметром 42—50 мм. Забои шпуров должны находиться на расстоянии не менее 5 м от стенок выработки. Расстояние между устьями шпуров по вертикали должно составлять 1,5 м, между забоями — 2 м. аккумулярование дегазационных скважин производят при разрежении до 200 гПа (1 гПа = 0,75 мм рт. ст.), а при содержании метана в отсасываемой смеси свыше 50 % разрежение должно составлять 266—332 гПа.

Расположение скважин бывает параллельное, веерное, кустовое и комбинированное (веерно-кустовое, параллельно-веерное).

При выборе схемы дегазации разрабатываемого пласта необходимо руководствоваться следующим:

- если дегазация участка возможна восстающими и нисходящими скважинами, то следует применять восстающие скважины;
- веерное расположение скважин можно применять в особых случаях: когда нет возможности бурить параллельные скважины; если отсутствует необходимый объем подготовительных выработок; в зонах геологических нарушений и т. д.;
- параллельные скважины должны иметь диаметр 80—150 мм, угол наклона скважин должен быть равен углу падения пласта при расположении их по восстанию или падению и от 0 до  $15^\circ$  относительно линии простирания при их горизонтальном расположении;
- длина параллельных скважин должна быть на 10—15 м меньше длины лавы или равна ей при оконтуренном подготовительными выработками

участке и на 15—20 м больше длины лавы, если одна из подготовительных выработок выемочного участка еще не пройдена;

- расстояние между параллельными скважинами следует принимать в пределах 5—30 м;

- расстояние между кустами скважин при веерно-кустовой схеме расположения должно составлять 30—70 м, а между их забоями 10—35 м.

Коэффициент эффективности дегазации при использовании пластовых параллельных скважин составляет 0,2—0,5, а веерных скважин, пробуренных вкрест простирания пласта, 0,1—0,3. Дегазация разрабатываемых угольных пластов скважинами, пробуренными из подготовительных выработок, осуществляется при подготовке пластов к выемке. Схемы дегазации с бурением скважин по пласту можно применять при любых значениях мощности и угла падения пласта. Параметры дегазационных скважин рассчитываются в зависимости от условий залегания пласта и расположения горных выработок.

*Способы дегазации сближенных угольных пластов и вмещающих пород при их подработке и надработке.*

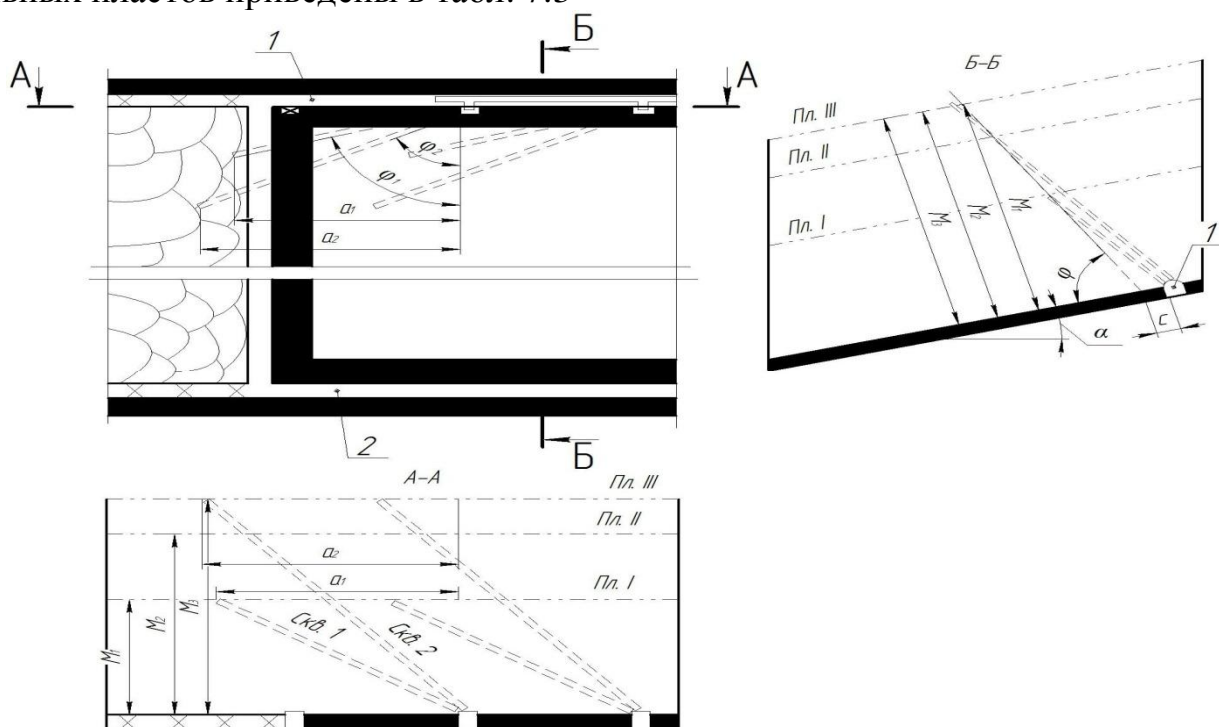
При дегазации пологих и наклонных сближенных пластов и вмещающих пород дегазационные скважины бурят из откаточных, вентиляционных или полевых штреков. Основные параметры заложения скважин приведены на рис. 7.1. Типичная схема расположения дегазационных скважин, пробуренных на подрабатываемые пласты при прогрессивной столбовой системе разработки, показан на рис. 7.1.

Параметры заложения дегазационных скважин для дегазации подрабатываемых и надрабатываемых пластов (угол наклона скважины к горизонту  $\beta$ , угол разворота скважины  $j$ , длина ее  $l_c$ ) зависят от угла падения пласта  $\alpha$ , угла разгрузки подрабатываемой толщи  $\gamma$ , длины лавы  $l_{oc}$ , ширины целика  $b$  (или при ширине бутовой полосы 12 м и более — ширины целика плюс 0,5 ширины бутовой полосы), проекции  $a$  скважины на горизонтальную проекцию оси выработки, из которой она бурится, проекции  $s$  на пласт величины возможного отклонения скважины, расстояния по нормали  $h$  от места заложения скважины до кровли разрабатываемого пласта при бурении скважин из полевых выработок. В табл. 7.1 приведены примеры расчета параметров заложения скважин, буримых с разворотом относительно линии падения (восстания) пласта и без разворота. Величину  $a$  принимают в соответствии с Руководством; она не должна превышать 25 м. Расстояние между скважинами рассчитывают в зависимости от эффективности дегазации и разрежения в скважине; оно может изменяться от 10 до 150 м. Угол разгрузки подрабатываемой толщи рекомендуется принимать с табл. 7.7. Разрежение в устье скважины рекомендуется принимать равным 120—135 гПа. Коэффициент эффективности дегазации подрабатываемых сближенных пластов достигает **0,5—0,7**, надрабатываемых пластов **0,2—0,6** и газоносных пород **0,3—0,4**.

Таблица 7.1 – Углы разгрузки подрабатываемой толщи

Породы междупластья	Содержание данной породы в породах междупластья, % по мощности	Значение угла $\psi$ , градус	Породы междупластья	Содержание данной породы в породах междупластья, % по мощности	Значение угла $\psi$ , градус
Песчаники и алевролиты	>80	50—55	Аргиллиты	>80	70—80
	50	60—65		60	65—70
	40	65—70		50	60—65

Дегазация разгруженных тонких крутых угольных пластов может осуществляться при помощи как породных, так и пластовых скважин. При выборе схемы дегазации тонких крутых пластов учитывают параметры заложения скважин, угол разгрузки, расстояние между дегазационными скважинами по простиранию, коэффициент эффективности дегазации. Параметры заложения скважин для дегазации сближенных тонких крутых угольных пластов приведены в табл. 7.3



**Рисунок 7.2 – Схема дегазации подрабатываемых угольных пластов при столбовой системе разработки (обратный порядок отработки):**  
**1 – вентиляционный штрек; 2 – откаточный штрек;  $M_1, M_2$  и  $M_3$  – расстояния от разрабатываемого до смежных пластов по падению соответственно I, II и**

### III

\*  $M$  – расстояние по нормали между разрабатываемым и подрабатываемым пластами, м;  $m_в$  – вынимаемая мощность разрабатываемого пласта, м.

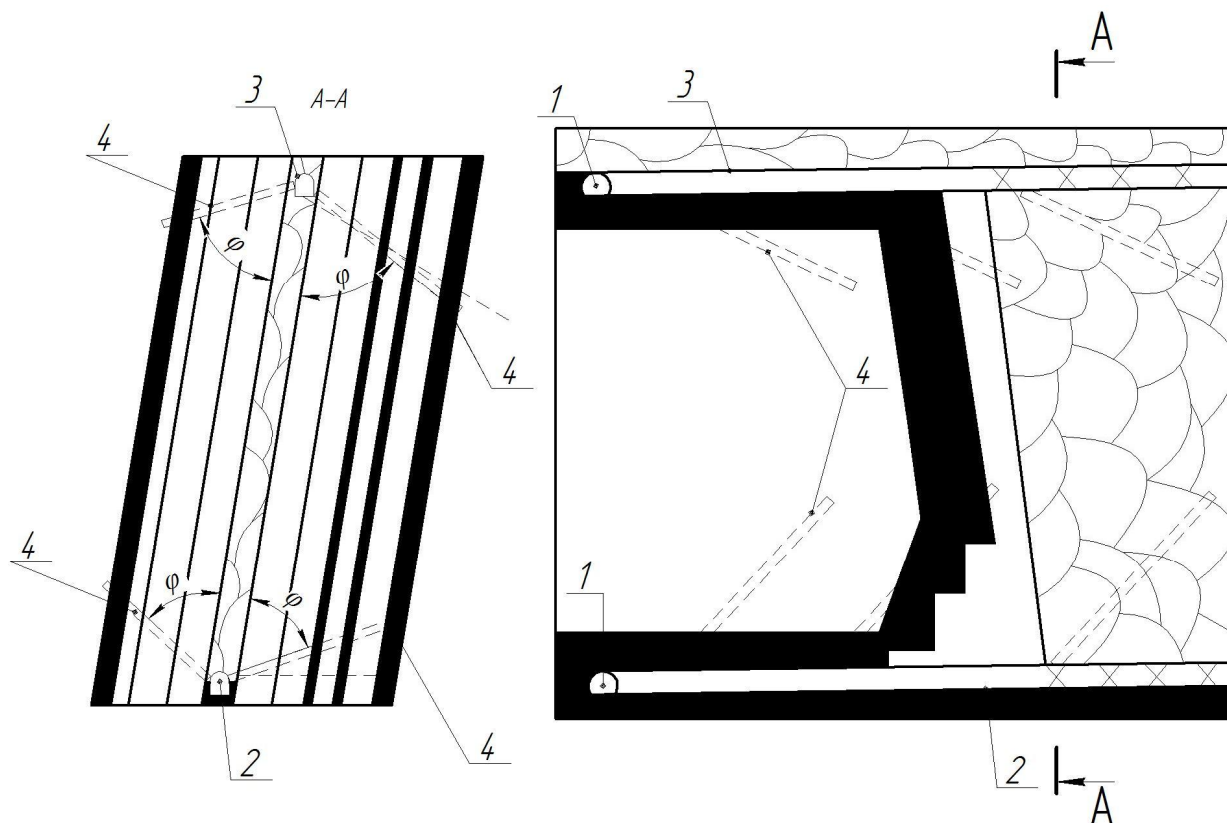
Расстояние между дегазационными скважинами по простиранию приведены ниже:

Расстояние до дегазацируемого сближенного пласта, кратное вынимаемой мощности разрабатываемого пласта,  $M/m_в$

10—20      20—30      30—40      40—60      > 60

Расстояние между дегазационными скважинами, м . . . . .

15—25      25—35      35—45      45—60      60—70



**Рисунок 7.3 – Схема дегазации тонких крутых сближенных пластов скважинами, пробуренными из выработок разрабатываемого пласта, при столбовой системе разработки:**

1 – промежуточные квершлагги; 2 – откаточный штрек; 3 – вентиляционный штрек; 4 – дегазационные скважины

Угол разгрузки на крутых пластах для определения углов наклона дегазационных скважин к горизонту принимают по табл. 7.3.

Таблица 7.3 – Угол разгрузки крутых пластов

Угол падения пласта $\alpha$ , градус	Угол разгрузки $\psi$ , градус	
	при подработке	при надработке
45—47	59	77
49—53	60—62	76—77
55—59	63—66	75—76
61—65	68—73	74—75
67—69	76—80	73—74

Коэффициент эффективности дегазации тонких крутых сближенных пластов возрастает с увеличением расстояния между разрабатываемыми и сближенными пластами  $M$  и составляет при залегании последнего над разрабатываемым пластом: **0,2** при  $M = 10 \div 20$  м, **0,3—0,6** при  $M = 20 \div 60$  м и **0,6—0,7** при  $M > 60$  м, а при залегании под разрабатываемым пластом от **0,1 - 0,2** при  $M < 10$  м, **0,2— 0,4** при  $M = 10 \div 30$  м и **0,4 - 0,6** при  $M > 30$  м.

*Способы дегазации выработанного пространства.*

На действующих участках при разработке тонких и средней мощности пластов дегазация выработанного пространства осуществляется скважинами, пробуренными над куполом обрушения пород кровли, в том случае, если сближенный пласт залегает на расстоянии до десяти вынимаемых мощностей разрабатываемого пласта, и при значительном метановыделении из выработанного пространства. Дегазацию выработанного пространства можно осуществлять путем отсоса метана через перфорированные трубы длиной 10-30 м, прокладываемые в верхней части выработанного пространства (рис. 7.2.3, а), или через скважины, которые бурят из расположенных выше выработок, например, из вентиляционных штреков (рис. 7.2.3, б). Возможна также изоляция выработанного пространства с помощью перемычек и полимерных покрытий. при дегазации выработанных пространств скважины располагают в зоне беспорядочного обрушения пород или вблизи этой зоны. Широкое распространение для ликвидации опасных местных скоплений метана при выемке угольных пластов нашел изолированный отвод метана из выработанных пространств с помощью газоотсасывающих вентиляторов (эжекторов).

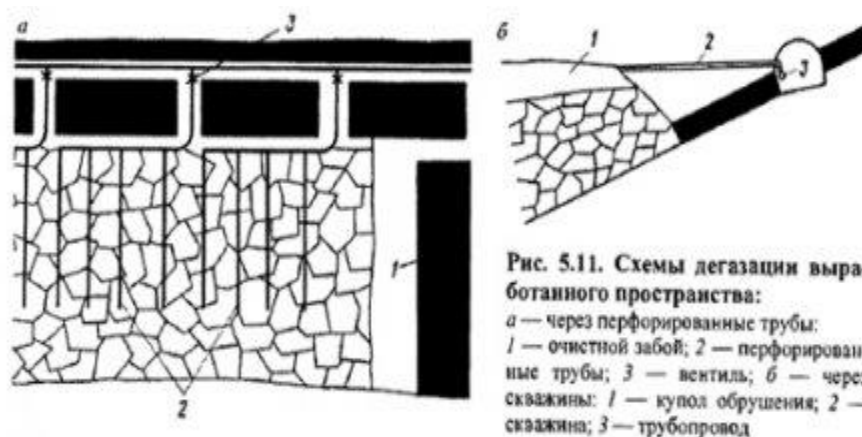


Рис. 5.11. Схемы дегазации выработанного пространства:  
 а — через перфорированные трубы:  
 1 — очистной забой; 2 — перфорированные трубы; 3 — вентиль; б — через скважины: 1 — купол обрушения; 2 — скважина; 3 — трубопровод

Расстояние между скважинами принимается равным 10—20 м.

Старые выработанные пространства дегазируются с помощью скважин, которые бурят из поддерживаемых горных выработок. В этом случае расстояние между скважинами по простиранию составляет 150—400 м и более. Коэффициент эффективности дегазации способа может достигать **0,7—0,8**.

*Перспективные способы интенсификации дегазации угольных пластов.*

Сущность способа заблаговременной дегазации с использованием гидравлического расчленения пласта заключается в гидравлической или физико-химической обработке угленосной толщи за 2—5 лет до начала ведения горных работ и последующего извлечения метана на поверхность.

Для этого с поверхности бурят скважины до дегазируемых разрабатываемых и сближенных пластов. Расстояние между скважинами выбирается исходя из направления основной трещиноватости пласта и программы развития горных работ, и составляет в среднем 250—300 м.

Через скважину под давлением 10—35 МПа и с темпом подачи 50—100 л/с для воды и 10—50 л/м для растворов химически-активных и поверхностно-активных веществ нагнетают эти рабочие жидкости в угольный пласт. В раскрытые и объединенные в единую гидравлическую систему трещины фильтруется метан, затем через скважину он поступает на поверхность. Для интенсификации дегазации применяют физико-химическую обработку пласта растворами соляной кислоты и поверхностно-активных веществ в порционном режиме.

Гидравлическое расчленение пластов можно использовать для интенсификации дегазации как разрабатываемых пластов, так и всей угленосной толщи, включая сближенные пласты и газоносные слои пород.

Коэффициент эффективности заблаговременной дегазации в зависимости от степени освоенности скважин расчленения изменяется в пределах **0,3—0,8**. Дегазация разрабатываемых пластов с применением их гидроразрыва из подземных горных выработок является вариантом заблаговременной дегазации и используется при низкой газоотдаче пластов, на пластах с невыдержанной гипсометрией, при полевой подготовке и



проведении горных выработок на сближенных пластах. При гидроразрыве на разрабатываемый пласт бурят скважины, которые обсаживают трубами, цементируют и подключают к насосам типа 9МГР-61. В пласт нагнетают 100—120 м<sup>3</sup> воды с расходом 8—11 л/с. Объем нагнетаемой в пласт воды определяют по формуле 7.4(в м<sup>3</sup>)

$$V_B = (1, 2) \times 10^{-2} \times m_{II} R^2, \quad (7.3)$$

Где:

$m_n$  — полная мощность пласта, м.

Радиус дегазации скважины  $R = 40 \div 50$  м.

Коэффициент эффективности дегазации угольных пластов при использовании гидроразрыва из подземных горных выработок с одновременным бурением пластовых скважин может достигать **0,4—0,6**.

Сущность способа микробиологического окисления метана заключается в обработке пласта или выработанного пространства микробиологической суспензией, которая содержит микроорганизмы, способные к биохимическому окислению метана, и питательную среду для их жизнедеятельности. Одновременно в пласт подается воздух. Коэффициент эффективности дегазации при опытном использовании микробиологической обработки пласта достигал **0,6—0,8**.

Снижения газовой выделение в горные выработки можно достичь путем закачки в пласт твердеющих полимерных растворов, которые связывают метан в порах пласта и снижают его газовыделение в горные выработки.

Комплексные схемы дегазации применяют при невозможности обеспечить допустимые нормы содержания метана в рудничной атмосфере при использовании одного способа дегазации.

При разработке мощных пластов или свиты пластов, когда из выработанного пространства в очистные выработки выделяется значительное количество метана, применяют пластовые скважины и вертикальные скважины, буриемые с поверхности для дегазации выработанного пространства и сближенных подрабатываемых пластов.

В случае значительного газовой выделение из разрабатываемого пласта используют пластовую дегазацию и скважины гидроразрыва.

**Литература к теме:** [2,4,6]

**Вопросы для подготовки к практическому занятию:**

1. Дегазация угольных шахт. Общие сведения.
2. Необходимость применения дегазации источников метановыделения.
3. Необходимость дегазации скважинами, пробуренными с поверхности.
4. Взаимная технологическая увязка применяемых способов дегазации с системой разработки добычного участка.
5. Возможность применения конкретного способа дегазации в условиях существующей схемы проветривания действующего очистного забоя.

## Практическое занятие №8.

**Тема занятия : Способы защиты от поражения электрическим током, применяемые средства и оборудование**

**Вопросы рассматриваемые на практическом занятии :**

1. Воздействие электрического тока на организм человека.
2. Условия и причины поражения электрическим током.
3. Поражение человека током при включении в сеть.
4. Факторы, влияющие на тяжесть поражения человека электрическим током
5. Средства защиты от поражений электрическим током.

Под термином «электробезопасность» понимается система организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статического электричества. Электрический ток, проходя через организм человека, оказывает биологическое, электролитическое, тепловое и механическое действие. Биологическое действие тока проявляется в раздражении и возбуждении тканей и органов. Вследствие этого наблюдаются судороги скелетных мышц, которые могут привести к остановке дыхания, отрывным переломам и вывихам конечностей, спазму голосовых связок. Электролитическое действие тока проявляется в электролизе (разложении) жидкостей, в том числе и крови, а также существенно изменяет функциональное состояние клеток. Тепловое действие электрического тока приводит к ожогам кожного покрова, а также гибели подкожных тканей, вплоть до обугливания. Механическое действие тока проявляется в расслоении тканей и даже отрывах частей тела. Различают два основных вида поражения организма: электрические травмы и электрические удары. Часто оба вида поражения сопутствуют друг другу. Тем не менее, они различны и должны рассматриваться отдельно. *Электрические травмы* – это чётко выраженные местные и общие нарушения целостности тканей организма, вызванные воздействием электрического тока или электрической дуги. Обычно это поверхностные повреждения, то есть поражения кожи, а иногда других мягких тканей, а также связок и костей (рис. 8.1). Опасность электрических травм и сложность их лечения обуславливаются характером и степенью повреждения тканей, а также реакцией организма на это повреждение. Обычно травмы излечиваются, и работоспособность пострадавшего восстанавливается полностью или частично. Иногда (обычно при тяжёлых ожогах) человек погибает





Рис. 8.1 – Классификация электрических травм

В таких случаях непосредственной причиной смерти является не электрический ток, а местное повреждение организма, вызванное током. Характерные виды электротравм – электрические ожоги, электрические знаки, металлизация кожи, электроофтальмия и механические повреждения. **Электрические ожоги** – наиболее распространенные электротравмы. Они составляют 60-65 %, причем 1/3 их сопровождается другими электротравмами.

Различают ожоги: токовый (контактный) и дуговой.

Контактные электроожоги, т.е. поражения тканей в местах входа, выхода и на пути движения электротока возникают в результате контакта человека с токоведущей частью. Эти ожоги возникают при эксплуатации электроустановок относительно небольшого напряжения (не выше 1-2 кВ), они сравнительно легкие.

Дуговой ожог обусловлен воздействием электрической дуги, создающей высокую температуру. Дуговой ожог возникает при работе в электроустановках различных напряжений, часто является следствием случайных коротких замыканий в установках от 1000 В до 10 кВ или ошибочных операций персонала. Поражение возникает от перемены электрической дуги или загоревшейся от неё одежды.

Могут быть также комбинированные поражения (контактный электроожог и термический ожог от пламени электрической дуги или загоревшейся одежды, электроожог в сочетании с различными механическими повреждениями, с термическим ожогом и механической травмой).

*Металлизация кожи* – проникновение в ее верхние слои частичек металла, расплавившегося под действием электрической дуги. Это возможно при коротких замыканиях, отключениях разъединителей и рубильников под нагрузкой и т.п.

Металлизация кожи наблюдается примерно у каждого десятого из пострадавших. Причём в большинстве случаев одновременно с металлизацией происходит ожог электрической дугой, который почти всегда вызывает более тяжёлые поражения.

*Электроофтальмия* – воспаление наружных оболочек глаз в результате воздействия мощного потока ультрафиолетовых лучей, вызывающих в клетках организма химические изменения

*Механические повреждения* являются следствием резких, произвольных судорожных сокращений мышц под действием тока, проходящего через человека. В результате могут произойти разрывы кожи, кровеносных сосудов и нервной ткани, а также вывихи суставов и даже переломы костей.

*Электрический удар* – это возбуждение живых тканей электрическим током, проходящим через организм, сопровождающееся произвольными судорожными сокращениями мышц. В зависимости от исхода отрицательного воздействия тока на организм электрические удары могут быть условно разделены на следующие четыре степени:

I – судорожное сокращение мышц без потери сознания;

II – судорожное сокращение мышц с потерей сознания, но с сохранившимся дыханием и работой сердца;

III – потеря сознания и нарушение сердечной деятельности или дыхания (либо того и другого вместе);

IV – клиническая смерть, то есть отсутствие дыхания и кровообращения.

В таблице 8.1 приведены значения постоянного и переменного тока, которые вызывают определенные воздействия на человека.

Из приведенной таблицы можно выделить следующие пороговые значения тока:

1. Порог ощущения тока – наименьший ощутимый ток (0,5 – 1,5 мА);

2. Порог неотпускающего тока – наименьший ток, при котором человек уже не может самостоятельно освободиться от захваченных электродов действием тех мышц, через которые проходит ток (6 – 10 мА). Меньшие токи называются отпускающими;

3. Смертельный ток (100 мА и более).

Таблица 8.1. – Воздействие постоянного и переменного тока на организм человека

Значение тока проходящего через человека, мА	Характер воздействия	
	Переменный ток, 50 – 60 Гц	Постоянный ток
0,5 – 1,5	Начало ощущения, легкое дрожание пальцев руки	Не ощущается
2,0 – 3,0	Сильное дрожание пальцев рук. Ощущение доходит до запястья	Не ощущается
5,0 – 7,0	Легкие судороги в руках. болевые ощущения в руках	Зуд. Ощущение нагрева
8,0 – 10	Руки трудно, но еще можно оторвать от электродов. Сильные боли в пальцах, кистях рук и предплечьях	Усиление ощущения нагрева
20 – 25	Паралич рук, оторвать их от электродов невозможно. Очень сильные боли. Дыхание затруднено	Еще большее усиление нагрева. Незначительное сокращения мышц рук
50 – 80	Остановка дыхания. Начало фибрилляции сердца	Сильное ощущение нагрева. Сокращение мышц рук. Судороги, затруднение дыхания
90 – 100	Остановка дыхания. При длительности 3 с и более остановка сердца	Остановка дыхания

*Клиническая (или «мнимая») смерть* – переходный период от жизни к смерти, наступающей с момента прекращения деятельности и лёгких. Однако в этот период жизнь в организме ещё полностью не угасла, ибо ткани его умирают не сразу и не сразу угасают функции различных органов.

Длительность клинической смерти в большинстве случаев составляет 4-5 мин, а при гибели здорового человека от случайной причины, например, от электрического тока, – 7-8 мин.

*Биологическая (или истинная) смерть* – необратимое явление, характеризующееся прекращением биологических процессов в клетках и тканях организма и распадом белковых структур; она наступает по истечении периода клинической смерти. Причиной смерти от электрического тока могут быть прекращение работы сердца, прекращение дыхания и электрический шок. Человек начинает испытывать затруднения дыхания уже при токе 20-25 мА (50 Гц), усиливающиеся с ростом тока. При длительном действии тока может наступить асфиксия – удушье в результате недостатка кислорода и избытка углекислоты в организме.

*Электрический шок* – своеобразная тяжёлая нервно-рефлекторная реакция организма в ответ на сильное раздражение электрическим током, сопровождающаяся опасными расстройствами кровообращения, дыхания, обмена веществ и т.п. Шоковое состояние длится от нескольких десятков минут до суток. После этого может наступить или гибель организма в результате полного угасания жизненно важных функций или полное выздоровление как результат своевременного активного лечебного вмешательства.

Тяжесть поражения электрическим током зависит от целого ряда факторов: значения силы тока, электрического сопротивления тела человека и длительности протекания через него тока, пути тока, рода и частоты тока, индивидуальных свойств человека и условий окружающей среды, сила тока является основным фактором, обуславливающим ту или иную степень поражения человека (путь: рука-рука, рука-ноги). Постоянный ток примерно в 4-5 раз безопаснее переменного тока частотой 50 Гц. Однако это характерно для относительно небольших напряжений (до 250-300 В). При более высоких напряжениях опасность постоянного тока возрастает.

В интервале напряжений 400-600 В опасность постоянного тока практически равна опасности переменного тока с частотой 50 Гц, а при напряжении более 600 В постоянный ток опаснее переменного.

Электрическое сопротивление тела человека при сухой, чистой и неповрежденной коже при напряжении 15-20 В находится в пределах от 3000 до 100 000 Ом, а иногда и более. При удалении верхнего слоя кожи сопротивление снижается до 500-700 Ом, при полном удалении кожи сопротивление внутренних тканей тела составляет всего лишь 300-500 Ом. При расчетах принимают сопротивление организма человека, равное 1000 Ом. С повышением напряжения, приложенного к телу человека, уменьшается сопротивление кожи, а, следовательно, и полное сопротивление тела, которое приближается к своему наименьшему значению 300-500 Ом. Это объясняется пробоем рогового слоя кожи и увеличением тока, проходящего через нее. Сопротивление тела человека зависит от пола и возраста людей: у женщин это сопротивление меньше, чем у мужчин, у детей меньше, чем у взрослых, у молодых людей меньше, чем у пожилых. Это объясняется толщиной и степенью огрубления верхнего слоя кожи. Кратковременное (на несколько минут) снижение сопротивления тела человека (20-50 %) вызывает внешние, неожиданно возникающие физические раздражения: болевые (удары, уколы), световые и звуковые.

На электрическое сопротивление влияют также род тока и его частота. При частотах 10-20 кГц верхний слой кожи практически утрачивает сопротивление электрическому току.

Кроме того, есть особенно уязвимые участки тела к действию электрического тока. Это так называемые акупунктурные зоны (область лица, ладони и др.) площадью 2-3 мм<sup>2</sup>.

Путь протекания тока через тело человека также имеет существенное значение. Наибольшая опасность возникает при непосредственном прохождении тока через жизненно важные органы.

Различают 15 путей протекания тока в теле человека (рис. 8.2). Наиболее часты такие: рука – рука; правая рука – ноги; левая рука – ноги; нога – нога; голова – ноги; голова – руки.

Наиболее опасным является путь тока вдоль тела, например, от руки к ноге или через сердце, голову, спинной мозг человека. Однако известны смертельные поражения, когда ток проходил по пути нога – нога или рука – рука. Статистические данные показывают, что число травм с потерей сознания при прохождении тока по пути «правая рука-ноги» составляют 87 %; по пути «нога-нога» - 15%, наиболее характерные цепи тока через человека: рука-ноги, рука-рука, рука-туловище (соответственно 56,7; 12,2 и 9,8 % травм).

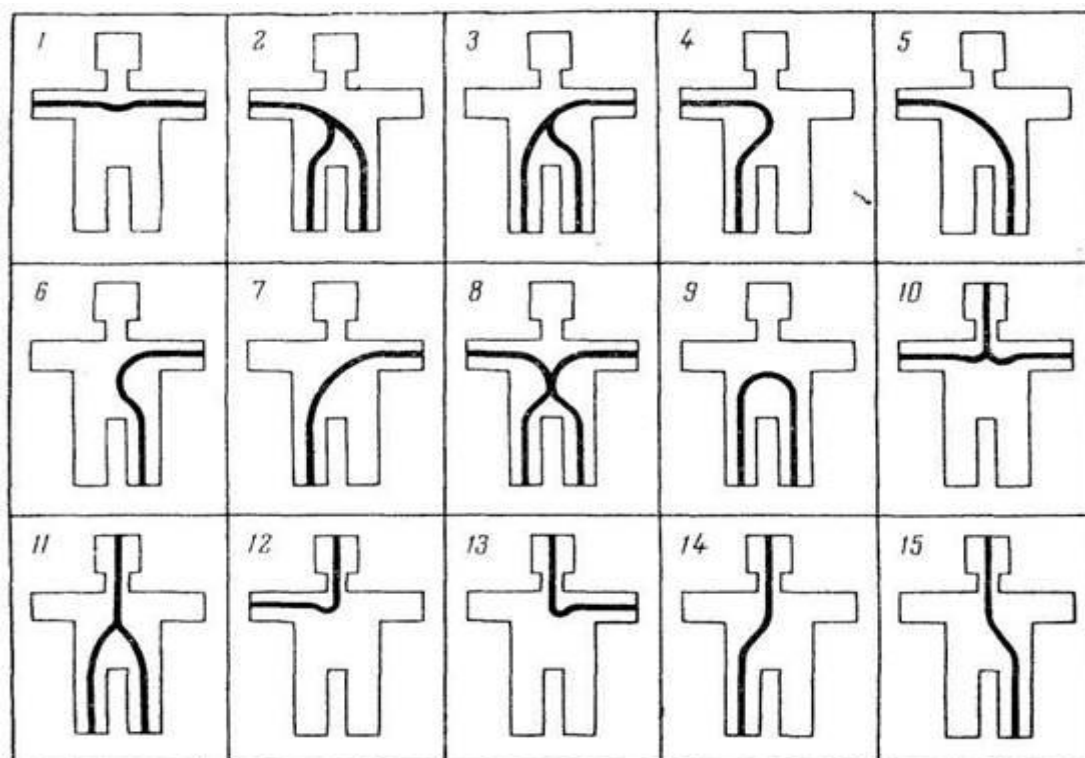


Рисунок 8.2 – Пути тока в теле человека (петли тока): 1 – рука–рука; 2 – правая рука – ноги; 3 – левая рука – ноги; 4 – правая рука – правая нога; 5 – правая рука – левая нога; 6 – левая рука – левая нога; 7 – левая рука – правая нога; 8 – обе руки – обе ноги; 9 – нога – нога; 10 – голова – рука; 11 – голова – ноги; 12 – голова – правая рука; 13 – голова – левая рука; 14 – голова – правая нога; 15 – голова – левая нога

Но наиболее опасными считаются те цепи тока, при которых вовлекаются обе руки - обе ноги, левая рука-ноги, рука-рука, голова-ноги.

Род и частота тока также влияют на степень поражения. Наиболее опасным является переменный ток частотой от 20 до 1000 Гц. Переменный ток опаснее постоянного, но это характерно только для напряжений до 250-300В;

при больших напряжениях становится опаснее постоянный ток. С повышением частоты переменного тока, проходящего через тело человека, полное сопротивление тела уменьшается, а проходящий ток увеличивается. Однако уменьшение сопротивления возможно лишь в пределах частот от 0 до 50-60 Гц. Дальнейшее же повышение частоты тока сопровождается снижением опасности поражения, которая полностью исчезает при частоте 450-500 кГц. Но эти токи могут вызывать ожоги как при возникновении электрической дуги, так и при прохождении их непосредственно через тело человека. Снижение опасности поражения током с повышением частоты практически заметно при частоте 1000-2000 Гц.

Индивидуальные свойства человека и состояние окружающей среды также оказывают заметное влияние на тяжесть поражения.

Можно выделить следующие основные причины электротравм:

*Технические причины* – несоответствие электроустановок, средств защиты и приспособлений требованиям безопасности и условиям применения, связанное с дефектами конструкторской документации, изготовления, монтажа и ремонта; неисправности установок, средств защиты и приспособлений, возникающие в процессе эксплуатации.

*Организационно-технические причины* – несоблюдение технических мероприятий безопасности на стадии эксплуатации (обслуживания) электроустановок; несвоевременная замена неисправного или устаревшего оборудования и использование установок, не принятых в эксплуатацию в предусмотренном порядке (в том числе самодельных).

*Организационные причины* – невыполнение или неправильное выполнение организационных мероприятий безопасности, несоответствие выполняемой работы заданию.

При рассмотрении причин необходимо учитывать так называемые человеческие факторы. К ним относятся как психофизиологические, личностные факторы (отсутствие у человека необходимых для данной работы индивидуальных качеств, нарушение его психологического состояния и пр.), так и социально-психологические (неудовлетворительный психологический климат в коллективе, условия жизни и пр.).

Поражение током зависит от того, каким образом произошло включение человека в электросеть. По степени опасности различают следующие виды включения: двухфазное, однофазное в сети с заземленной нейтралью, однофазное в сети с изолированной нейтралью.

При двухфазном включении (рис. 4а) человек попадает под полное линейное напряжение  $U$  (напряжение между двумя фазами) и через его тело пройдет ток, сила которого равна:

$$I_h = \frac{U}{R_h}, \text{ А} \quad (8.1)$$

где  $U$  – линейное напряжение сети, В;

$R_h$  – сопротивление человека, Ом;

Изоляция установки при данном включении не оказывает защитного действия.

При однофазном включении человека в систему с заземленной нейтралью (нулевая точка источника питания заземлена, рис. 4б) ток, протекающий через человека, будет определяться величиной фазного напряжения, которое в 1,73 раза меньше линейного:

$$I_h = \frac{U}{\sqrt{3}R_h}, \text{ А} \quad (8.2)$$

При этом изолирующие свойства пола (настила), обуви и предохранительных приспособлений оказывают защитное действие.

При однофазном включении человека в систему с изолированной нейтралью (нулевая точка источника питания изолирована, рис. 4в) ток, протекающий через человека, равен:

$$I_h = \frac{U}{\sqrt{3}R_h + \frac{\alpha R_{из}}{\epsilon \sqrt{3} \varnothing}}, \text{ А} \quad (8.3)$$

где  $R_{из}$  – сопротивление изоляции относительно фазы, Ом.

Этот вид включения может оказаться безопасным для хорошей изоляции сети и всей установки. При плохой изоляции к телу человека будет приложено почти полное линейное напряжение. Приведенные расчеты необходимы при проектировании и выборе систем энергоснабжения технологической схемы.

Безопасность электроустановок обеспечивается следующими основными мерами:

1. Недоступностью токоведущих частей;
2. Надлежащей, а в отдельных случаях повышенной (двойной) изоляцией;
3. Заземлением или занулением корпусов электрооборудования и элементов электроустановок, могущих оказаться под напряжением;
4. Надежным и быстродействующим автоматическим защитным отключением;
5. Применением пониженных напряжений (42 В и ниже) для питания переносных токоприемников;
6. Защитным разделением цепей;
7. Блокировкой, предупредительной сигнализацией, надписями и плакатами;
8. Применением защитных средств и приспособлений;
9. Проведением планово-предупредительных ремонтов и профилактических испытаний электрооборудования, аппаратов и сетей, находящихся в эксплуатации;
10. Проведением ряда организационных мероприятий (специальное обучение, аттестация и перееаттестация лиц электротехнического персонала, инструктажи и т.д.).

Для обеспечения электробезопасности на предприятиях применяют следующие технические способы и средства защиты: защитное заземление, зануление, применение малых напряжений, контроль изоляции обмоток,

средства индивидуальной защиты и предохранительные приспособления, защитные отключающие устройства.

*Защитное заземление* – это преднамеренное электрическое соединение с землёй или её эквивалентом металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением. Оно защищает от поражения электрическим током при прикосновении к металлическим корпусам оборудования, металлическим конструкциям электроустановки, которые вследствие нарушения электрической изоляции оказываются под напряжением.

Сущность защиты заключается в том, что при замыкании ток проходит по обеим параллельным ветвям и распределяется между ними обратно пропорционально их сопротивлениям. Поскольку сопротивление цепи «человек-земля» во много раз больше сопротивления цепи «корпус-земля», сила тока, проходящего через человека, снижается.

*Зануление* – это преднамеренное электрическое соединение с нулевым защитным проводником металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением. При таком электрическом соединении, если оно надёжно выполнено, всякое замыкание на корпус превращается в однофазное короткое замыкание (т.е. замыкание между фазами и нулевым проводом). При этом возникает ток такой силы, при которой обеспечивается срабатывание защиты (предохранителя или автомата) и автоматическое отключение поврежденной установки от питающей сети.

*Малое напряжение* - напряжение не более 42В, применяемое в целях уменьшения опасности поражения электрическим током. Малые напряжения переменного тока получают с помощью понижающих трансформаторов. Его применяют при работе с переносным электроинструментом, при использовании переносных светильников во время монтажа, демонтажа и ремонта оборудования, а также в схемах дистанционного управления.

*Изолирование рабочего места* – это комплекс мероприятий по предотвращению возникновения цепи тока человек-земля и увеличению значения переходного сопротивления в этой цепи. Данная мера защиты применяется в случаях повышенной опасности поражения электрическим током и обычно в комбинации с разделительным трансформатором.

Выделяют следующие виды изоляции:

- рабочая – электрическая изоляция токоведущих частей электроустановки, обеспечивающая её нормальную работу и защиту от поражения электрическим током;
  - дополнительная – электрическая изоляция, предусмотренная дополнительно к рабочей изоляции для защиты от поражения электрическим током в случае повреждения рабочей изоляции;
  - двойная – электрическая изоляция, состоящая из рабочей и дополнительной изоляции. Двойная изоляция заключается в одном электроприёмнике двух независимых одна от другой ступеней изоляции (например, покрытие электрооборудования слоем изоляционного материала - краской, пленкой, лаком, эмалью и т.п.).
- Защитное отключение* – это быстродействующая



защита, обеспечивающая автоматическое отключение электроустановки при возникновении в ней опасности поражения электрическим током.

*Изолирующие электрозащитные средства* делятся на основные и дополнительные.

Основные изолирующие электрозащитные средства обладают изоляцией, способной длительно выдерживать рабочее напряжение электроустановки, и поэтому ими разрешается касаться токоведущих частей, находящихся под напряжением.

Таким образом, опасность поражения током возрастая в том случае если возрастает его величина, протекающая через тело человека, но эта зависимость не однозначна, так как опасность поражения зависит не только от значения тока, но и от ряда других факторов.

Среди мероприятий, по защите от электрического тока можно выделить ряд основных:

- применение малого напряжения;
- ограждение токоведущих частей электрооборудования;
- устройство заземления или зануления всех металлических конструкций, которые могут оказаться под напряжением, а также применение защитного отключения;
- применение защитных средств при обслуживании электроустановок;
- организационные мероприятия, обеспечивающие безопасность производства работ.

В качестве основных электрозащитных средств в электроустановках напряжением выше 1000 В следует применять изолирующие и измерительные штанги, изолирующие и электроизмерительные клещи, указатели напряжения.

В качестве основных электрозащитных средств в электроустановках напряжением до 1000 В следует применять диэлектрические перчатки, слесарно-монтажный инструмент с изолирующими рукоятками, указатели напряжения.

**Литература к теме:** [\[2, 5, 6\]](#)

**Вопросы для подготовки к практическому занятию**

1. Механизм воздействия электрического тока на человека и отдельные органы
2. Поражающие факторы электрического тока
3. Виды электротравм
4. Система защиты от поражения электрическим током.
5. Средства и защиты от поражения электрическим током и применяемое оборудование.
6. Зоны защиты молниеотводов их конструктивное выполнение молниеотводов.
7. Мероприятия по повышению уровне защиты от электротравм.

## **Практическое занятие №9.**

**Тема занятия : Изучение и анализ действующих стандартов, положений и инструкций по оформлению технической документации.**

**Вопросы рассматриваемые на практическом занятии :**

- 1.Общеположения
- 2.Изучение технической и учетно-контрольной документации
- 3.Нормативные документы и учебно-вспомогательные материалы
- 4.Требования к документации

### **Общие положения**

На практическом занятии рассматривается вопрос типичного для угольной промышленности Донбасса случая–аварийной ситуации возникшей после газодинамического явления(далее ГДЯ).

Газодинамические явления (ГДЯ), происходящие при строительстве и эксплуатации шахт, оказывают негативное влияние на ведение технологических процессов проведения выработок и добычи угля и являются причиной травматизма со смертельным

В зависимости от масштабов и тяжести последствий, вызванных газодинамическим явлением председатель комиссии по расследованию своим распоряжением образует экспертную комиссию во главе с ее председателем. Перечень вопросов, требующих решения в процессе расследования ГДЯ, председатель комиссии по расследованию оформляет письменно и вручает экспертам (председателю экспертной комиссии).

О каждом ГДЯ руководитель предприятия сообщает руководителю объединения, Госгорнадзор, МакНИИ, районной горнотехнической инспекции, ОВГСО. Расследование производится комиссиями согласно «Порядка расследования и ведения учёта несчастных случаев, профзаболеваний и аварий на производстве». На каждое ГДЯ составляется акт расследования в 5 экземплярах, который рассылается объединению, Госнадзору, МакНИИ, Центральной комиссии. На шахтах ведётся журнал учёта ГДЯ (на участке ВТБ). Это официальные документы, для определения затрат и порядка ведения работ, должны храниться на все время существования шахты.

После окончания расследования администрация обязана ознакомить ИТР и рабочих шахты с обстоятельствами происшедшего ГДЯ, выводами и предложениями комиссии.

По материалам обследования места ГДЯ члены комиссии составляют акт, к которому прилагают следующие графические материалы:

- эскиз забоя и полости газодинамического явления с указанием ее параметров, положения ее относительно забоя выработки и структуры пласта в месте явления;
- эскиз геологического нарушения с указанием его параметров и описанием;

- эскиз места ГДЯ с нанесением формы забоя, элементов технологии, положения крепи и оборудования, выброшенно гоугля, застигнутых и пострадавших при ГДЯ, следы выполнения мероприятий по предотвращению ГДЯ, контролях эффективности и способов прогноза.

*Целью изучения документации шахты и участка являются:*

- проверка соответствия паспортов, схем, журналов требованиям нормативной документации, правильность их ведения;
- выявление отступления от паспортных решений при выполнении работ;
- анализ геомеханических и горнотехнических русловий проявления ГДЯ;
- выявление причин и обстоятельств, повлиявших на формирование и проявление ГДЯ;
- оценка соответствия принятых в паспорте метода прогноза выбросоопасности, способов предотвращения ГДЯ и контроля их эффективности нормативным документам и конкретным горно-геологическим и горнотехническим условиям;
- проверка

Соблюдения параметров, технологии и мер безопасности при применении способа предотвращения ГДЯ.

*Нормативные и учебно-вспомогательные документы* используемые при расследовании технической экспертизы е газодинамического явления следующие нормативне документы, техническая и контрольно-учетная документация.

Расследование и техническая экспертиза газодинамического явления проводится с использованием пакета учебно-вспомогательных материалов, выдаваемых каждой экспертной комиссии. Учебно-вспомогательные материалы разработаны по материалам реального расследования газодинамического явления и содержат краткие сведения и указания, учитывающие специфические особенности предстоящего расследования и технической экспертизы газодинамического явления, копии или образцы материалов экспертной комиссии (распоряжения, акты и т. п.) и приведенную в приложении А необходимую исходную техническую и контрольно-учетную документацию.

1. ДНАОП 1.1.30-1.01-00 Правила безопасности в угольных шахтах. – К., 2000.- 496 с.
2. Инструкция по безопасному ведению горных работ на пластах, опасных по внезапным выбросам угля, породы и газа. М., - 1989 – 191 с
3. Единые правила безопасности при взрывных работах. – К.: Норматив, 1992.– 171 с.
4. Инструкция по применению сотрясательного взрывания в угольных шахтах Украины. – Макеевка – Донбасс: МакНИИ, 1994. - 46 с.
5. Технологические схемы разработки пластов, опасных по внезапным выбросам угля и газа.
6. Инструкция по прогнозу и предупреждению внезапных прорывов метана из почвы горных выработок.

7. Рекомендации по совершенствованию сотрясательного взрывания.
  8. Инструкция по управлению горным давлением в очистных и подготовительных выработках при разработке угольных пластов с углами падения до 35° и выше.
  9. Инструкция по безопасному ведению, горных работ на шахтах, разрабатывающих пласты, склонные к горным ударам.
  10. Временная инструкция по безопасному ведению горных работ на пластах, опасных по внезапным обрушениям (высыпаниям) угля (Донецкий бассейн).
  11. Каталог угольных пластов (участков) Донбасса, склонных к внезапным обрушениям (высыпаниям) угля.
  12. Временное руководство по классификации ГДЯ на основе аппаратного анализа сейсмоакустической информации.
  13. Методические указания по расследованию и технической экспертизе газодинамических явлений на шахтах Донбасса.
  14. Положение о порядке расследования и ведения учета несчастных случаев, профессиональных заболеваний и аварий на производстве и непроизводственного характера. – Донецк, 2001. – 77 с.
- Требования к документации, регламентирующей деятельность организаций, эксплуатирующих угольные шахты, должна осуществляться на основании нормативно-правовых актов и нормативно-технических документов по промышленной безопасности. Работы на шахте должны выполняться в соответствии с проектами, паспортами, схемами.*

2. Организации, эксплуатирующие опасные производственные объекты, должны иметь необходимые нормативно-технические документы и эксплуатационную документацию, определяющие порядок и условия безопасного ведения производственных процессов, действия персонала в аварийных ситуациях и при выполнении ремонтных работ.

Эксплуатационная документация подлежит пересмотру не реже одного раза в три года, а также при изменении нормативных документов, положенных в основу этой документации, и по результатам заключений комиссий по расследованию аварий и несчастных случаев.

3. Разработанные технологические инструкции, паспорта и другие эксплуатационные документы, содержащие требования по промышленной безопасности, ведению технологического процесса, техническому обслуживанию и ремонту горно-шахтного оборудования, утверждает технический руководитель организации.

4. При освоении новых технологических процессов и технических устройств организациями - разработчиками и изготовителями должны быть разработаны временные инструкции, обеспечивающие безопасное ведение технологических процессов и эксплуатацию технических устройств.

Временные инструкции подлежат экспертизе промышленной безопасности и действуют не более одного года.

5. Для вводимых в действие технологических процессов и технических устройств на период проведения пусконаладочных работ разрабатываются

мероприятия по обеспечению взрывопожаробезопасности, которые утверждает технический руководитель организации.

6. Каждая шахта должна иметь утвержденную проектно-сметную, геолого-маркшейдерскую, производственно-техническую, санитарно-гигиеническую и учетно-контрольную документацию, а также ситуационный план поверхности с указанием всех объектов и сооружений в пределах горного отвода, в особенности объектов, которые могут представлять опасность для ведения горных работ.

7. Календарные планы развития горных работ (перспективные и текущие) разрабатываются и утверждаются в установленном Госгортехнадзором России порядке. Запрещаются строительство (реконструкция, техническое перевооружение) производственных объектов, разработка и внедрение новых технологий и способов производства, средств коллективной и индивидуальной защиты без предварительной экспертизы проектной документации на соответствие нормативным актам по промышленной безопасности.

8. Проектные организации обязаны осуществлять авторский надзор за выполнением проектных решений при строительстве и эксплуатации шахт.

Для всех видов документации определяются единые для отрасли сроки хранения с обязательным указанием их на титульных листах.

**Литература к теме:** [\[1,2,5,6\]](#)

**Вопросы для подготовки к практическому занятию:**

1. Действующая система нормативно-правовых актов в области техносферной безопасности.
2. Система управления безопасностью технологических процессов.
3. Мероприятия организационного, экономического и правового характера по обеспечению безопасности технологических процессов.
4. Нормативные акты, регулирующие обеспечение безопасности на производстве.
5. Действующие стандарты, положения и инструкции по оформлению технической документации.
6. Промышленная безопасность в европейском законодательстве

## ЛИТЕРАТУРА

1. Организация управления техносферной безопасностью [Электронный ресурс] : учебное пособие для студентов магистратуры / В. С. Сердюк [и др.] ; В.С. Сердюк, В.В. Утюганова, С.В. Янчий, Е.С. Денисова ; ФГБОУ ВО "Омск.гос. техн. ун-т". - 1 Мб. - Омск : Изд-во ОмГТУ, 2016. - 1 файл. - Систем.требования: AcrobatReader. - ISBN 978-5-8149-2292-2.<http://ed.donntu.org/books/cd5679.pdf>

2.Правила безопасности в угольных шахтах [Электронный ресурс] : утв. приказом Мин. угля и энергетики Донецкой Народной Республики № 36/208 от 18.04.2016 г. -Донецк, 2016. - Режим доступа:<http://ed.donntu.org/books/19/cd6408.pdf>.

3. КиндеевЕ.А.Надежность технических систем и техногенный риск [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов : в 2 ч. Ч. 1 / Е. А. Киндеев ; Е.А. Киндеев ; ФГБОУ ВО "Владимир.гос. ун-т им. А.Г. и Н.Г. Столетовых". - 2 Мб. - Владимир :ВлГУ, 2016. - 1 файл. - Систем.требования: AcrobatReader<http://ed.donntu.org/books/20/cd9643.pdf>

Дополнительная:

4. Пылевая опасность угольного производства/ Ю.Ф. Булгаков В.Л.Овчаренко; под общ.ред. Ю. Ф. Булгакова. – Донецк: ООО «Цифровая типография» 2017. – 234 с. (доступ из личного кабинета студента)

5.Горное дело [Электронный ресурс]: журнал (2013-2017). – Режим доступа: <http://www.gornoe-delo.ru/jgd/>. – Дата доступа 26.05.017.

6.Александров С.Н., Булгаков Ю.Ф., Яйло В.В. Охрана труда в угольной промышленности: Учебное пособие для стдентовгорных специальностей высшихучебных заведений / Подобщей ред. Ю.Булгакова. – Донецк: РИА ДонНТУ, 2012.- 480 с. [Электронный ресурс].<http://ed.donntu.org/books/cd1779.pdf>

К практическим занятиям:

7.Методические указания к организации самостоятельной работы студентов и выполнению расчетно-графической работы по дисциплине "Системы безопасности в угольных шахтах при технологических и аварийных ситуациях"/ А.Н.Шкуматов. Донецк: ДонНТУ, 2016 [Электронный ресурс].(доступ из личного кабинета студента)

8.Электронно-информационные ресурсы  
ЭБС ДОННТУ – <http://donntu.org/library>

## СОДЕРЖАНИЕ:

1.ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ КУРСА.....	3
2.СОДЕРЖАНИЕДИСЦИПЛИНЫ.....	
1. Практическое занятие №1.Основные техноферные опасности, их свойства, и характеристики .....	3
2.Практическое занятие №2. Понятие аварии. План ликвидации аварий. Его назначение и составные части.....	7
3.Практическое занятие №3. Методы математического моделирования надежности и безопасности работы отдельных звеньев технологических систем и технических объектов в целом.....	14
4.Практическое занятие №4. Пожары. Виды пожаров. Основные принципы пожарной безопасности.. Показатели пожароопасности среды. Пожарная безопасность предприятий отрасли.....	26
5. Практическое занятие №5.Тушение пожара. Современные первичные средства тушения пожара. Способы и средстваограничения распространения пожара за пределы очага.Расчет системы пожарно-оросительного водоснабжения.....	31
6. Практическое занятие №6.Причины возникновения взрывных явлений на горных предприятия. Способы и средства локализации взрывов пылегазовоздушных смесей в горных выработках. ....	42
7.Практическое занятие №7. Дегазация угольных шахт. Необходимость применения и определение эффективности дегазации источников метановыделения. Дегазация угольных шахт. ....	54
8.Практическое занятие №8. Способы защиты от поражения электрическим током, применяемые средства и оборудование.....	64
9. Практическое занятие №9. Изучение и анализ действующих стандартов, положений и инструкций по оформлению технической документации....	74
ЛИТЕРАТУРА.....	78
ПРИЛОЖЕНИЕ А. Таблица 1.....	79

**Методические указания к практическим занятиям по  
курсу  
«Современные проблемы обеспечения безопасности  
технологических процессов»**

Для студентов специальности 21.05.04 «Горное дело» специализация «Технологическая  
безопасность и горноспасательное дело») очной и заочной форм обучения /О.К.Мороз-Донецк;ДонНТУ, 2020.-81с.

Подписано к печати 20.10.2020 Рег.№ 48 Формат 60\*24/16 Бумага офсетная  
Гарнитура Усл.печать. П.Л. 2.5 Тираж 20 экз.

Издание напечатано из оригинал-макета подготовленного издательством Донецкого  
национального технического университета  
83001 Донецк, ул.Артема 58.