

Министерство образования и науки Российской Федерации  
ФГАОУ ВПО «Северо-Восточный федеральный университет  
имени М.К. Аммосова»

Е.Н. Чемезов

# БЕЗОПАСНОСТЬ ПОДЗЕМНЫХ ГОРНЫХ РАБОТ

Учебное пособие

Допущено УМО вузов РФ по образованию  
в области горного дела в качестве учебного  
пособия для студентов вузов, обучающихся по  
направлению подготовки «Горное дело».  
(Протокол № 1 от 28.01.2010 г.)

Якутск 2010

**УДК 622.8**  
**ББК 33Н**  
**Ч42**

**Рецензенты:**

*С.А. Аксененко*, зам. начальника Ленского управления Ростехнадзора РФ;  
*А.В. Омеляненко*, д.т.н., профессор,  
зав. лабораторией Института горного дела Севера СО РАН

**Чемезов, Е.Н.**

**БЕЗОПАСНОСТЬ ПОДЗЕМНЫХ ГОРНЫХ РАБОТ** : учебное пособие / Е.Н. Чемезов. – Якутск : Издательско-полиграфический комплекс СВФУ, 2010. – 359 с.  
ISBN 978-5-7513-1308-1

Учебное пособие подготовлено в соответствии с Государственным стандартом высшего профессионального образования по специальности «Подземная разработка месторождений полезных ископаемых».

В нем изложены общие вопросы охраны труда, меры обеспечения безопасности при разработке угольных и рудных месторождений подземным способом с учетом действующих нормативно-правовых актов. Рассмотрены аварии на горных предприятиях, меры их профилактики и ликвидации, основы горноспасательного дела. Приведено описание приборов для контроля уровня вредных факторов производства.

Пособие предназначено для студентов вузов горного профиля, инженерно-технических работников горнодобывающих предприятий и проектных организаций.

УДК 622.8  
ББК 33Н

## — ОГЛАВЛЕНИЕ —

Введение .....	5
<b>Глава 1. САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОХРАНЫ ТРУДА НА ГОРНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ .....</b>	<b>7</b>
1.1. Профессиональные заболевания горнорабочих, их виды и особенности .....	7
1.2. Обеспечение требуемого состава шахтного воздуха .....	12
1.3. Борьба с пылью как с профессиональной вредностью .....	14
1.4. Тепловой режим шахт .....	21
1.5. Борьба с шумом и вибрациями в шахтах .....	28
1.6. Освещенность горных выработок .....	33
1.7. Санитарно-бытовое и медицинское обслуживание работающих .....	37
Дополнительные требования для рудников .....	39
<b>Глава 2. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ВЕДЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ГОРНЫХ РАБОТ .....</b>	<b>41</b>
2.1. Требования к руководителям и специалистам шахты .....	50
2.2. Причины несчастных случаев .....	51
2.3. Основные принципы защиты от опасных и вредных производственных факторов .....	54
2.4. Основные виды средств коллективной защиты .....	55
2.5. Порядок приема в эксплуатацию новых и реконструируемых производств .....	58
2.6. Документы по технике безопасности на предприятии .....	59
2.7. Выходы из горных выработок .....	61
2.8. Учет спуска и подъема людей .....	65
2.9. Дополнительные требования для рудников .....	66
<b>Глава 3. МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ СООРУЖЕНИИ ВЫРАБОТОК .....</b>	<b>71</b>
3.1. Горные выработки .....	71
3.2. Меры безопасности при сооружении горных выработок. Факторы, определяющие безопасность проходческих работ .....	76
3.3. Сооружение горизонтальных и наклонных выработок .....	79
3.4. Сооружение вертикальных выработок .....	81
3.5. Поведение восстающих .....	89
3.6. Меры безопасности при сооружении тоннелей и камер .....	90
<b>Глава 4. МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ОЧИСТНЫХ РАБОТАХ НА УГОЛЬНЫХ ШАХТАХ .....</b>	<b>94</b>
4.1. Факторы, определяющие безопасность очистных работ .....	94
4.2. Роль организации труда .....	104
4.3. Требования безопасности при очистной выемке на рудниках .....	106
<b>Глава 5. МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ МАШИН И МЕХАНИЗМОВ ...</b>	<b>113</b>
5.1. Общие положения .....	113
5.2. Опасные и вредные факторы, основные причины травматизма при эксплуатации и машин и механизмов .....	116

5.3. Принципы обеспечения безопасности при эксплуатации машин .....	118
5.4. Ограждение движущихся частей.....	119
5.5. Предупреждение наездов .....	124
5.6. Безопасность при работе пневмоколесного и гусеничного транспорта .....	127
Г л а в а 6. ПЕРЕДВИЖЕНИЕ И ПЕРЕВОЗКА ЛЮДЕЙ И ГРУЗОВ .....	132
6.1. Условия безопасности передвижения людей по горизонтальным выработкам.....	132
6.2. Перевозка людей и грузов по горизонтальным выработкам.....	133
6.3. Передвижение и перевозка людей и грузов по наклонным и вертикальным выработкам .....	146
Г л а в а 7. ПЫЛЕВОЙ РЕЖИМ ШАХТ .....	162
Г л а в а 8. ГАЗОВЫЙ РЕЖИМ .....	172
Г л а в а 9. БЕЗОПАСНОСТЬ ВЕДЕНИЯ ВЗРЫВНЫХ РАБОТ .....	198
9.1. Опасности, связанные с работой со взрывчатыми материалами.....	198
9.2. Безопасность ведения взрывных работ на шахтах .....	200
9.3. Дополнительные требования при ведении взрывных работ в подземных выработках.....	209
9.4. Транспортирование ВВ и ВМ .....	213
9.5. Основные требования безопасности при хранении взрывчатых материалов.....	217
9.6. Учет взрывчатых материалов.....	220
9.7. Расчет безопасных расстояний .....	221
Г л а в а 10. ВНЕЗАПНЫЕ ВЫБРОСЫ ГОРНЫХ ПОРОД И ГАЗА. ГОРНЫЕ УДАРЫ.....	223
10.1. Механизм внезапного выброса .....	225
10.2. Определение выбросоопасности .....	228
10.3. Снижение выбросоопасности угольных пластов.....	230
10.4. Предотвращение выбросов горных пород и газа.....	232
10.5. Обеспечение безопасности рабочих при выбросах пород и газа.....	236
10.6. Горные удары.....	237
Г л а в а 11. ЗАЩИТА ОТ ЗАТОПЛЕНИЯ ВЫРАБОТОК ВОДОЙ.....	245
Г л а в а 12. ШАХТНЫЕ ПОЖАРЫ .....	255
Г л а в а 13. ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТЬ.....	281
Г л а в а 14. АВАРИИ НА ГОРНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ .....	306
14.1. Пожары и взрывы на угледобывающих предприятиях .....	306
14.2. Предупреждение обрушения кровли .....	313
14.3. Противоаварийная защита .....	323
Г л а в а 15. ГОРНОСПАСАТЕЛЬНОЕ ДЕЛО.....	329
Литература .....	358

---

## Введение

---

Добыча полезных ископаемых относится к одному из самых опасных производств. Высокая опасность и вредность факторов горного производства объясняется, прежде всего, опасностью природных условий, в которых ведутся подземные горные работы. При работах в шахтах по-особому проявляется сила тяжести, которая вызывает обрушения горных пород в выработках, порождая связанные с этим опасности и несчастные случаи. Недра земли насыщены различными газами; некоторые из них взрывчаты, ядовиты или радиоактивны. Выделяясь в горные выработки, часто в виде мощных динамических явлений, эти газы могут изменить состав шахтной атмосферы, достигая взрывоопасных концентраций. Многие горные породы хорошо окисляются кислородом воздуха, что снижает содержание кислорода в шахтной атмосфере. Это явление в сочетании с выделением в выработки вредных газов может создать условия, недопустимые для пребывания людей в шахте.

Подземные горные производства лишены солнечного света, биологическое значение которого очень велико. На многих шахтах работы ведутся на больших глубинах при высоких температурах горных пород, что оказывает неблагоприятное воздействие на работающих там людей. Неблагоприятное воздействие на работающих оказывают и низкие температуры горных пород в шахтах в условиях многолетней мерзлоты. Опасности подвергается человек при контакте с ядовитыми и радиоактивными рудами, пылью силикозоопасных пород. В выработках шахт часто наблюдаются большие притоки подземных вод, которые еще больше осложняют условия работы. Эти, а также некоторые другие факторы делают среду, окружающую человека в шахте, особо опасной.

Причиной высокой степени неблагоприятности факторов горного производства является его технологическая специфика, как, например, непостоянство рабочего места. Перемещение очистных и подготовительных забоев в пространстве существенно затрудняет их обустройство в части безопасности. Горные работы в шахте ведутся в условиях высокой стесненности рабочих мест, что само по себе не способствует их безопасности. Высокая насыщенность рабочих мест оборудованием, недостаточная освещенность, высокая степень энерговооруженности шахт, высокое пылеобразование, применение взрывчатых веществ, взрывоопасность шахтной атмосферы делают подземные горные работы одним из наиболее опасных видов производственной деятельности человека.

Учебное пособие написано на основе нормативно-правовых актов, учебника «Безопасность ведения горных работ и горноспасательное дело», изданного издательством МГГУ в Москве в 2002 г., объемом 487 страниц (авторы Ушаков К.З., Каледина Н.О., Кирин Б.Ф. и др.), с некоторыми сокращениями, изменениями и введением дополнительных глав «Основы охраны труда и техники безопасности», «Приборы для замера параметров рабочей среды», а также дополнительных требований к безопасному ведению горных работ на рудниках.



---

---

# Глава 1

## САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОХРАНЫ ТРУДА НА ГОРНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

---

### 1.1. Профессиональные заболевания горнорабочих, их виды и особенности

Во многих отраслях народного хозяйства ликвидирован тяжелый физический труд, снижены до предельно допустимого уровня концентрации токсических веществ, оптимизированы режимы труда и отдыха. Все это привело к улучшению условий труда на многих промышленных предприятиях и снижению профессиональной заболеваемости.

Однако в ряде случаев даже современные прогрессивные в технологическом и экономическом отношении мероприятия могут обусловить неблагоприятные изменения в состоянии здоровья работающих. Это объясняется целым рядом причин. Создание и внедрение машин большой мощности, возрастание скоростей обработки и резания металлов, механизация тяжелых и трудоемких работ путем использования пневматического и электрического инструмента, широкое внедрение самоходных машин способствуют увеличению уровней шума и вибрации, появлению ультра- и инфразвука. Внедрение в промышленность принципиально новых технологических процессов получения и обработки металлов, сварки, наплавки и резки приводит к повышению уровней электромагнитных волн, появлению лазерного излучения, повышению напряженности электростатического поля и др. Освоение северных и северо-восточных регионов страны создает условия для выполнения различных видов работ при низких температурах. Интенсивная химизация народного хозяйства, внедрение большого количества новых химических веществ приводят к контактам работающих со множеством химических факторов (изолированное, комбинированное и сочетанное воздействие).

Механизация и автоматизация производства, как правило, упрощают и обедняют содержательность трудовых операций при значительном увеличении их числа и ведут к развитию монотонии, снижению двигательной активности человека. Получили распространение малоподвижные профессии, которые по условиям технологии связаны со значительным количеством операций, они сопровождаются напряжением и перенапряжением отдельных мышечных групп и вынужденной позой.

Увеличение скорости функционирования станков, машин, сложность управления различными технологическими операциями и процессами приводят к увеличению психоэмоциональной напряженности труда.

На всех этапах технологического процесса образуется пыль. Дисперсность пыли очень высока – пылинки размером до 5 мкм (наиболее опасные для организма) составляют более 90%. Содержание свободного диоксида кремния колеблется в широких пределах от 1 до 73-92%. Особенно велико содержание свободного диоксида кремния при добыче полиметаллических руд.

Машины и механизмы, применяемые для разрушения, погрузки, доставки и переработки горнорудного сырья, использование энергии сжатого воздуха и удара являются источниками высоких уровней вибрации и шума. При подземной добыче руд доля ручного труда остается еще высокой, выполнение основных производственных операций сопровождается значительными энерготратами.

При переработке и обогащении руд рабочие могут подвергаться воздействию аэрозоля сложного состава, шума и вибрации, токсических флотореагентов (аэрозоль, пары, газы), а также неблагоприятных метеорологических условий.

Работающие в угольной промышленности в значительной степени подвергаются воздействию тех же производственных факторов, что и в горнорудной промышленности. Основная производственная вредность – пыль. Количество образующейся пыли определяется влажностью и мощностью пласта, степенью метаморфизма угля и его сопротивляемостью разрушению, интенсивностью выемки, применением противопылевых средств. Патогенные свойства пыли зависят от степени метаморфизма угля. Наиболее патогенной является пыль с высокой стадией метаморфизма, особенно пыль антрацита.

Преобладающим видом профессиональных заболеваний органов дыхания у работающих в горнорудной и угольной промышленности является пневмокониоз I стадии. В современных условиях он протекает доброкачественно и медленно, но может прогрессировать. Пылевая экспозиция до развития пневмокониоза составляет 15-24 года. Встречаются хронические бронхиты пылевой этиологии при среднем стаже работы в пылевых условиях до начала заболевания 18-19 лет. Среди профессиональных заболеваний шахтеров наблюдаются вибрационная болезнь и невриты. У горнорабочих, занятых выемкой угля и подготовительными работами на шахтах с крутыми пластами, выявляются профессиональные заболевания опорно-двигательного аппарата.

Основными видами профессиональных заболеваний горнорабочих являются: бронхит, пневмокониоз, бурситы, вибрационная болезнь.

Заболевания, обусловленные действием пыли – наибольший процент из всех профессиональных заболеваний. Второе место занимают заболевания, обусловленные действием шума, вибраций и неблагоприятного климата.

Бронхит пылевой этиологии – форма профессиональной патологии, развивающейся при длительной работе в условиях повышенной запыленности атмосферы рабочей зоны и характеризующаяся поражением бронхиального дерева. Бронхит пылевой этиологии приводит к развитию эмфиземы легких и дыхательной недостаточности, что вызывает изменения в сердечно-сосудистой системе человека.

Пневмокониоз – профессиональное заболевание, развивающееся при длительном вдыхании пыли, характеризуется разрастанием соединительной ткани в дыхательных путях. Согласно классификации, разработанной в Академии медицины труда (АМТ) РАМН, выделяют шесть групп пневмокониозов по этиологическому признаку.

1. Силикоз, развивающийся вследствие вдыхания пыли, содержащей свободный диоксид кремния.

2. Силикатозы, возникающие при попадании в легкие пыли солей диоксида кремния.

3. Карбокониозы, обусловленные воздействием углеродсодержащих видов пыли каменного угля, кокса, сажи, графита.

4. Металлокониозы, развивающиеся от воздействия пыли металлов и их диоксидов.

5. Пневмокониозы, развивающиеся от смешанной пыли с различным содержанием кварца, силикатов и других компонентов.

6. Пневмокониоз от органической пыли, растительного, животного и синтетического происхождения.

Силикоз характеризуется развитием узелкового типа фиброза, склонностью к прогрессированию и осложнению туберкулезом легких. Силикатозы (асбестоз, талькоз, оливиноз, нефелиноз и др.) характеризуются фиброзными изменениями легких. Течение заболевания в большинстве случаев, за исключением асбестоза, более благоприятное, осложнение туберкулезом наблюдается реже.

Для карбокониозов характерно медленное развитие диффузного фиброза и эмфиземы легких.

Металлокониозы (алюминоз, баритоз, сидероз, марганокониоз и др.) характеризуются не столько фиброзными изменениями, сколько соответствующей хронической интоксикацией (пыль вольфрама, никель, кобальт и др.).

Пневмокониозы от смешанной пыли характеризуются главным образом интерстициальными изменениями, течение заболевания более благоприятное, чем при силикозе.

Пневмокониозы от органической пыли: муки (амилоз), табака (табакоз), тростника (багасоз), хлопковой пыли (биссиноз), пластмасс, древесных опилок – отличаются умеренно выраженным диффузным легочным фиброзом.

Сочетание воздействия пыли и охлаждающего микроклимата на работающих в условиях горнорудных предприятий Крайнего Севера может привести к ускоренному развитию пневмокониоза, обусловленному учащением дыхания, а следовательно, и увеличением пылевых нагрузок на организм.

У рабочих глубоких забоев угольных шахт, подвергающихся воздействию пыли и высоких температур воздуха, пневмокониоз проявляется чаще.

Пневмокониоз развивается медленно (обычно 5-15 лет). Быстрота развития и дальнейшее его течение зависит не только от характера, концентрации и длительности вдыхания пыли, но и от индивидуальных особенностей организма. Пневмокониоз наиболее часто возникает и прогрессирует у подростков, что объясняется анатомо-физиологическими особенностями молодого организма.

Пневмокониоз может прогрессировать и после прекращения контакта с пылью, поэтому важную роль играет его ранняя диагностика.

Пыль оказывает воздействие также на кожу и глаза. Пыль, проникшая в кожу, может вести себя как индифферентное тело, не вызывая со стороны кожи никакой реакции, а может вызывать воспалительные явления, выражающиеся в припухлости, красноте и болезненности кожи. При закупорке пылью сальных желез может возникнуть папулезная сыпь, а в случае присоединения вторичной инфекции – пиодермия.

Закупорка пылью потовых желез ведет к снижению потоотделительной способности кожи, которая является защитным приспособлением организма против перегревания. Особенно вредно влияние на кожу едкой и раздражающей пыли (мышьяк, сурьмы, извести, поваренной соли, суперфосфата и др.), которая может вызвать язвенные дерматиты.

Профессиональное заболевание "бурсит" часто встречается у шахтеров и характеризуется воспалением слизистых сумок под влиянием длительного давления или трения. Причина появления бурсита – травма, повторные механические раздражения, инфекции, диатез. При остром бурсите на месте слизистой сумки появляется округлая ограниченная припухлость диаметром 8-10 см.

Предупреждение общих и профессиональных заболеваний является основополагающим принципом гигиены труда. Оно осуществляется с помощью системы социальных, технологических, санитарно-технических, гигиенических, лечебно-профилактических и организационных мероприятий, цель которых – гигиеническая оптимизация производственной среды, физиолого-гигиеническая рационализация трудового процесса, совершен-

ствование медицинского и санитарно-бытового обслуживания рабочих, а также повышение устойчивости организма работающих к неблагоприятным производственным факторам.

Основой оздоровления условий труда и профилактики профессиональных заболеваний служат гигиенические нормативы и требования к технологическим процессам и оборудованию.

Санитарно-бытовое обслуживание и применение средств индивидуальной защиты (одежды, обуви, очков, перчаток, противогазов, респираторов, защитных паст, мазей и др.) являются составной частью профилактики неблагоприятного воздействия профессиональных факторов. Для защиты горнорабочих глубоких шахт от действия избыточного тепла создан индивидуальный пневмокондиционер с охлаждаемым жилетом, который имеет систему регулирования и обеспечивает постоянную температуру под панелью жилета 25-28° и относительную влажность воздуха в поддежном пространстве 40-45%; для защиты от действия низких температур создан костюм с автономным электроподогревом.

Важное место в системе профилактической деятельности на производстве занимают медицинские мероприятия. При приеме на работу руководствуются перечнем медицинских противопоказаний, приведенных в приказе министра здравоохранения РФ "О проведении предварительных при поступлении на работу и периодических медицинских осмотров трудящихся". Проведение периодических медосмотров обеспечивает динамическое наблюдение за состоянием здоровья и позволяет выявлять начальные признаки вредного действия профессиональных факторов, что является основой формирования групп повышенного риска для организации целенаправленной лечебно-профилактической работы. Для снижения общей и профессиональной заболеваемости рабочие оздоравливаются в санаториях-профилакториях. На ряде производств, в частности, в горнодобывающей, химической и других отраслях промышленности, рабочие обеспечиваются бесплатным лечебно-профилактическим питанием.

Трудовое законодательство в отношении лиц, работающих с неблагоприятными профессиональными факторами, предусматривает ограничение рабочего дня, увеличение длительности ежегодных отпусков, установление повышенных тарифных ставок (зарботной платы), предоставление пенсий на льготных условиях (снижение пенсионного возраста, уменьшение требуемого стажа работы для назначения пенсии, увеличение ее размера). На производствах, где имеется повышенная опасность профессиональных заболеваний или действия факторов производственной среды и трудового процесса на генеративные функции организма, не допускается труд женщин и подростков. Беременные женщины со дня установления беременности

переводятся на работы вне контакта с вредными профессиональными факторами.

## **1.2. Обеспечение требуемого состава шахтного воздуха**

Качественный состав шахтного воздуха определяется объемной долей кислорода, которая не должна быть ниже 20%, объемной долей вредных и ядовитых (токсичных) газов и запыленностью воздуха – содержанием угольно-породной пыли в воздухе горных выработок.

Снижение содержания кислорода в воздухе приводит к уменьшению степени насыщения крови кислородом, что при содержании кислорода ниже 17% уже не компенсируется частотой дыхания и вызывает гипоксию – выраженное кислородное голодание клеток коры головного мозга, приводящее при содержании кислорода ниже 12% к необратимым изменениям в коре головного мозга или смертельному исходу. Причинами уменьшения содержания кислорода в шахтном воздухе являются окислительные процессы, растворение кислорода шахтными водами, дыхание людей, поступление в воздух добавочных количеств азота, замещение кислорода выделяющимся метаном  $\text{CH}_4$  или диоксидом углерода  $\text{CO}_2$  (в дальнейшем также углекислого газа), в том числе аварийное при газодинамических явлениях, приводящее к гипоксии, а также снижение кислорода при взрывах метана и угольной пыли и в процессе пожара в результате протекания экзотермических реакций окисления.

На газовых шахтах требование к максимально допустимым концентрациям метана обусловлено предотвращением создания взрывоопасных метановоздушных смесей. Углекислый газ в небольших количествах необходим для стимуляции дыхания. Вдыхание воздуха, содержащего 6% углекислого газа, вызывает одышку и слабость, при 10% возможно обморочное состояние и только при 20-25% – смертельное отравление и (или) душающее действие – проявление гипоксии.

В шахтном воздухе могут содержаться следующие ядовитые газы: оксид углерода  $\text{CO}$ , образующийся при взрывных работах, работе дизельных двигателей, взрывах и пожарах, окислы азота  $\text{NO}$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{N}_2\text{O}_4$  и  $\text{N}_2\text{O}_5$ , образующиеся при взрывных работах; сернистый ангидрид  $\text{SO}_2$ , выделяется из горных пород, образуется при взрывных работах и пожарах; сероводород  $\text{H}_2\text{S}$  выделяется из горных пород и минеральных источников, образуется при гниении, пожарах и взрывных работах; аммиак  $\text{NH}_3$  образуется при взрывных работах и тушении горящего угля водой; пары мышьяка  $\text{As}$ , ртути  $\text{Hg}$ , цианистого водорода  $\text{HCN}$  могут образовываться при взрывных рабо-

тах; акролеин и альдегиды образуются при работе дизельных двигателей, а также компрессорные газы пневмосети.

При ведении взрывных работ для пересчета ядовитых газов на условный оксид углерода 1 л диоксида азота принимается эквивалентным 6,5 л оксида углерода и каждый 1 л сернистого ангидрида или сероводорода – 2,5 л оксида углерода. Перед допуском людей в забой после взрывных работ объемная доля ядовитых газов не должна превышать 0,008% при пересчете на условный оксид углерода. Такое разрежение ядовитых газов должно достигаться не более чем за 30 мин после взрывания.

Главным способом обеспечения нормального качества воздуха является проветривание горных выработок, обеспечивающее снижение концентрации газов и вынос их из рабочих мест в общеисходящие струи и на поверхность. Необходимый расход воздуха для проветривания определяется в соответствии с Руководством по проектированию вентиляции угольных шахт. Контроль за содержанием вредных и опасных газов осуществляется службой ВТБ, инженерно-техническим персоналом в соответствии с Инструкцией по контролю состава рудничного воздуха, определению газообильности и установлению категорий шахт по метану. Для измерения наличия и объемной доли метана и диоксида углерода применяются шахтные интерферометры ШИ-10, ШИ-11 и ШИ-12.

Экспресс-анализ газового состава атмосферы на  $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{NO}+\text{NO}_2$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$  выполняется при помощи химических трубок-газоопределителей типа ГХ-4. Для определения содержания кислорода применяют трубку ГХ-М, влажности воздуха трубку ГХ ( $\text{H}_2\text{O}$ ), а для концентрации токсичных веществ органического ряда (бензола, метанола и др.) трубки ГХ-О. Определение осуществляется путем калибровочного протягивания воздуха сильфонным аспиратором АМ-5. Для непрерывного контроля за микроконцентрациями оксида углерода с записью на ленте самописца применяется стационарная автоматическая аппаратура "Сигма  $\text{CO}$ ".

Более точное определение состава воздуха, в том числе на другие газы и вредные вещества производится при плановом контроле и в аварийном режиме с помощью портативных приборов непосредственно в горных выработках или по отбираемым пробам воздуха в лабораторных условиях.

Борьба с пылью на шахтах ведется в двух направлениях: комплексного обеспыливания воздуха с целью предупреждения заболеваний пылевой этиологии, а на шахтах, опасных по взрывчатости угольной пыли, также для предупреждения взрывов метана и угольной пыли.

Для отбора проб воздуха при определении его запыленности весовым методом применяется аспиратор АЭРА. Отбираемая проба воздуха фиксируемого количества просасывается через стеклянную пылевую трубку-алонж,

заполненную гигроскопичной ватой с последующим взвешиванием трубки для определения массы пыли. По массе пыли и количеству просасываемого воздуха производится расчет его запыленности.

### **1.3. Борьба с пылью как с профессиональной вредностью**

Борьба с пылью на горнодобывающих предприятиях имеет большое значение, поэтому разработка и внедрение высокоэффективных способов и средств борьбы с пылью является актуальной задачей.

Все мероприятия по борьбе с пылью подразделяются на следующие группы: предупреждение и снижение пылеобразования (применение машин и оборудования с рабочим органом крупного скола, применение одновременно механического и гидравлического способов разрушения массивов); осаждение пыли, взвешенной в воздухе (орошение, применение пены); пылеотсос и осаждение пыли в специальных аппаратах; соответствующий режим вентиляции, включающий эффективное снижение концентрации пыли и уменьшение выноса пыли из мест ее образования.

Применение машин с рабочим органом крупного скола позволяет снизить пылеобразование на 30-40%.

Разрушение массива струями воды высокого давления 25-30 МПа снижает выход мелких фракций до 40%. При этом массовая концентрация пыли на расстоянии 6 м от места разрушения массива по ходу вентиляционной струи не превышает 5 мг/куб. м. На принципе гидромеханического разрушения массива создан комбайн КШ-3Г. Как показали исследования, при всех схемах разрушения с увеличением давления воды концентрация пыли снижалась и при давлении 30 МПа и расходе воды 66,6 л/т составляла 7-15 мг/куб. м.

Одним из эффективных способов предупреждения пылеобразования при выемке угля является предварительное увлажнение массива угля. При нагнетании жидкости в массив увеличивается его влажность, что способствует росту андегезионно-когезионных сил между поверхностями образующихся при разрушении угля пылевидных частиц, образованию из них крупных агрегатов, быстро осаждающихся из воздуха под действием силы тяжести; снижается механическая прочность массива, что обуславливает снижение удельного расхода энергии на его разрушение; увеличивается смачиваемость тонкодисперсной пыли "скольжения" в трещинах угольного массива.

Установлено, что при росте влажности массива угля на 1-3% эффективность снижения пылеобразования достигает 75-80%. Прирост влаги зависит от фильтрационно-коллекторских свойств массива, давления, темпа и вре-

мени нагнетания жидкости. Водопроницаемость угольного пласта зависит от выхода летучих веществ. Влажность угля в зависимости от количества введенной жидкости увеличивается на 1,5-6%. Наибольший эффект по снижению пылеобразования при выемке (60-80%) достигается при профилактической обработке пластов с природной влажностью угля 2-6%, а наименьший (менее 50%) – с влажностью более 8%.

Для улучшения смачиваемости массива при предварительном увлажнении его могут применяться поверхностно-активные вещества (ПАВ). Молекулы ПАВ адсорбируются на поверхности пленок жидкости и тем самым снижают поверхностное натяжение воды и повышают смачивающую способность ее за счет адсорбции молекул ПАВ на поверхности частиц пыли.

По химическим свойствам ПАВ делятся на две группы: ионогенные (анионоактивные и катионоактивные) и неионогенные. Наибольшее применение при увлажнении массивов угля нашли неионогенные ПАВ-ДБ, ДТ-7, неонол-1020 и СТС. Рабочая концентрация растворов 0,1-0,2%.

Синтанол ДТ-7 – моноалкиловый эфир полиэтиленгликоля на основе жирных спиртов. Применение ДТ-7 позволяет снизить пылевыделение при разрушении пласта на 15-20%. Гранулированный смачиватель СТС позволяет снизить пылевыделение в пределах 15-20%.

В зависимости от фильтрационных устройств угольного массива предварительное увлажнение может быть высоконапорное и низконапорное.

Высоконапорное предварительное увлажнение осуществляется с помощью насосных установок, обеспечивающих давление в несколько десятков мегапаскалей. Оно может быть осуществлено через скважины, пробуренные из подготовительной выработки, оконтуривающих выработок или из очистного забоя. При предварительном увлажнении массива через скважины, пробуренные из подготовительной выработки или оконтуривающих выработок, жидкость подается под давлением  $\leq 0,025 H3$  (МПа), где  $H$  – глубина залегания пласта, м.

Низконапорное увлажнение угольного массива осуществляется по тем же схемам под давлением, создаваемым в шахтной магистрали за счет разницы геодезических отметок поверхности шахты и места нагнетания воды. Низконапорное увлажнение эффективно при высокой проницаемости массива за счет капиллярного насыщения и заполнения жидкостью мелких трещин.

Предварительное увлажнение угольного массива подготовительного забоя осуществляется через скважины длиной, равной недельному подвиганию забоя.

Нагнетают жидкость в скважины с помощью различных насосов, обеспечивающих давление до 32 МПа и подачу жидкости до 90 л/мин.

Контроль параметров увлажнения осуществляется дозатором, обеспечивающим стабильно требуемую концентрацию ПАВ в растворе.

Широко распространенным способом осаждения пыли является **орошение**. Суть этого способа заключается в том, что при взаимодействии капли жидкости с частицей пыли происходит ее смачивание, захват каплей и осаждение получившегося агрегата на почву или стенки выработки. Это может происходить как в статических, так и в динамических условиях. В практике гидрообеспыливание воздушных потоков в горных выработках осуществляется главным образом в динамических условиях.

Процесс смачивания пылинки происходит путем вытеснения воздуха (газа) с ее поверхности при растекании жидкости.

Для хорошо смачивающейся пыли (гидрофильной) захват пылинок происходит под действием незначительных сил молекулярного притяжения, сил соударения частиц с каплей, сил тяжести и др.

Для плохо смачивающейся пыли (гидрофобной) этих сил недостаточно и потому необходимо увеличивать скорости движения капель за счет увеличения давления жидкости в форсунках и снижения энергии поверхностного натяжения капель за счет применения ПАВ.

Орошение подразделяется на низконапорное, высоконапорное, пневмогидроорошение, гидроакустическое, туманообразование, водовоздушное эжектирование.

Низконапорное орошение осуществляют при давлениях жидкости до 2 МПа. При низконапорном орошении и пневмогидроорошении пыль смачивается в местах ее образования и осаждения из воздушного потока.

Применение водовоздушных эжекторов и туманообразователей обеспечивает эффективное осаждение пыли из воздушного потока. Технологические схемы орошения, применяемые при работе проходческих и очистных комбайнов, включают в себя набор приборов регулирования и подачи воды непосредственно в места образования пыли, а также в систему трубопроводов и гибких шлангов.

При передвижке механизированных крепей образуется большое количество пыли. Для предотвращения поступления этой пыли в очистной забой применяют оросительные устройства. Воду подают вдоль межсекционных зазоров в сторону выработанного пространства. Расход воды составляет 10 л/мин при давлении 1-1,5 МПа.

На крепях оградительно-поддерживающего типа устанавливают оросительные устройства для подачи воды в межсекционное и выработанное пространство. Расход воды составляет 35 л/мин при давлении 1-1,5 МПа.

При наличии энергии сжатого воздуха применяют пневмо-гидроорошение, сущность которого заключается в том, что при одновременной

подаче в форсунку жидкости и сжатого воздуха происходит тонкое диспергирование жидкости. При этом необходимо, чтобы образовался факел тонкодиспергированной (размер капель 40-60 мкм) и грубодиспергированной (размер капель 100-200 мкм) жидкости. Чем более однороден по размерам капель каждый из этих факелов, тем выше эффективность пылеосаждения. Объемное отношение расхода жидкости и воздуха находится в пределах 80-30. Давление жидкости и воздуха в оросителе равно 0,4-0,5 МПа. Расход жидкости составляет 4-8 л/мин.

При высоконапорном орошении происходит тонкое диспергирование жидкости, за счет чего увеличивается число капель в единице объема воздуха, факел орошения становится более насыщенным каплями жидкости, увеличивается скорость полета капель, что способствует эффективному использованию инерционного и гравитационного пылеосаждения. Кроме того, в результате инжекции запыленного воздуха факелом диспергированной воды увеличиваются размеры очищаемой пыли и степень турбулизации потока воздуха у мест образования пыли.

Расход жидкости при высоконапорном орошении составляет 0,07-0,25 л на 1 м<sup>3</sup> запыленного воздуха. Эффективность очистки воздуха от пыли при высоконапорном орошении составляет 90-97%. Весьма важно, что при этом повышается степень улавливания тонкодиспергированных частиц пыли размером менее 5 мкм.

В настоящее время ведутся большие работы по использованию электрических зарядов частиц пыли и наведенного заряда на каплю жидкости для повышения эффективности пылеулавливания. Как показали исследования, частицы пыли несут на себе заряды различных знаков. При этом напряженность электрического поля пылевого аэрозоля достигает 3 В/м. Зная знак заряда на пылинках, капли жидкости заряжают противоположным знаком, чтобы увеличить эффективность пылеулавливания.

Основным фактором повышения эффективности осаждения пыли электрозаряженной водой является объемный электрический заряд капель, который должен быть в пределах 10 мин 8 степени – 10 мин 4 степени Кл/кг.

Предварительная электризация частиц пыли зарядом знака, обратного заряду капель, позволяет повысить эффективность пылеосаждения всех фракций на 12-15%.

Гидроакустическое орошение заключается в том, что на пылевой аэрозоль одновременно оказывают воздействие капли жидкости и акустические колебания, создаваемые струей жидкости при выходе из оросителя до ее распада. При этом можно подобрать такую частоту колебаний, что пыль в акустическом поле будет агрегироваться, а диспергированная жидкость – смачивать ее и осаждать. Гидроакустический способ рекомендуется для

улавливания витающей пыли. Для эффективного пылеподавления необходимо выдерживать следующие параметры: давление воды у оросителя 0,35-0,8 МПа, расход жидкости 0,2 л на 1 м<sup>2</sup> орошаемого воздуха, частота колебаний 3-4 кГц, удельная акустическая мощность 20-25 Вт/м<sup>2</sup>.

Для гидроакустического осаждения пыли применяется форсунка типа ФА, обеспечивающая эффективность пылеосаждения до 90%.

Пневмогидравлические эжекторы используются для улавливания пыли при работе проходческих и добычных комбайнов. Суть пылеулавливания заключается в том, что выходящий из специального устройства воздух создает в определенной области разрежение, куда всасывается запыленный воздух; на последний воздействует тонкодиспергированная жидкость. Осажденная пыль в виде шлама удаляется. Эффективность пылеподавления такого способа достигает 95-99% при давлении воды 0,8-1 МПа, давлении сжатого воздуха 0,3-0,4 МПа и расходе воды 0,5-3,5 л/мин.

**Оборудование для орошения** включает насосные установки, забойные водопроводные магистрали, фильтры и оросители. В качестве насосных установок используют насосы, обеспечивающие давление 1,3-3,2 МПа с подачей 20-400 л/мин.

Одним из основных элементов оросительной системы являются оросители. Наибольшее распространение получили следующие оросители: зонтичные типа ОЗ, у которых факел жидкости имеет вид зонта; конусные типа ОК, у которых факел имеет вид полого или сплошного конуса; плоскоструйные типа ОП, у которых факел имеет плоскую форму; тангенциальные типа ФТ, у которых жидкость поступает в камеру по тангенциальному каналу и при этом происходит закручивание факела.

Кроме того, разработан ряд водовоздушных эжекторов, которые применяются для пылеподавления в различных условиях. Основные типы водовоздушных эжекторов – цилиндрические ЭЦ и конусные ЭК.

Для орошения применяют воду, отвечающую требованиям ГОСТ 2874-82 "Вода питьевая". При отсутствии питьевой воды допускается по согласованию с органами санитарного надзора применять воду, не содержащую вредных и трудноустраняемых примесей, при условии ее предварительной очистки.

Для осаждения взвешенной в воздухе пыли применяют также туман, создаваемый специальными установками – туманообразователями. Осаждение пыли происходит в результате конденсации паров воды на поверхности частиц пыли и соударения тончайших капелек с частицами пыли, их коагуляции и утяжеления. Эффективность пылеподавления туманообразователями достигает 90% и выше при давлении воды 0,1-0,5 МПа и сжатого воздуха 0,3-0,6 МПа и расходах воды 3-40 л/мин и сжатого воздуха 0,3-3 куб. м/мин.

Комплекс противопылевых мероприятий, основанный на применении жидкости, наряду с положительными сторонами, имеет ряд недостатков. Так, гидрообеспыливание приводит к повышению влажности горной массы, что не всегда допустимо, увеличению влажности воздуха и обводнению забоев. В ряде случаев вода резко ухудшает состояние пород. В настоящее время ведутся значительные научно-исследовательские и производственно-экспериментальные работы по созданию систем сухого пылеулавливания.

В угольных шахтах применяют следующие способы пылеулавливания:

- отсос запыленного воздуха из-под укрытий источников пылеобразования с последующей очисткой его в специальных устройствах;
- отсос запыленного воздуха от места пылеобразования, отвод и выброс его без очистки вдали от рабочих мест;
- отсос запыленного воздуха высокопроизводительными установками с очисткой его в специальных камерах.

В горнорудной промышленности применяют пылеслоулавливающую систему при работе перфораторов и самоходных буровых установок при проходке восстающих и в камерах дробления горной массы.

Отсос запыленного воздуха в очистном забое осуществляют передвижной, встроенной в комбайн пылеулавливающей установкой или установкой, расположенной на вентиляционном штреке.

Максимальную эффективность улавливания пыли достигают при расположении воздухозаборного патрубка на расстоянии 1-1,5 м от источника пылеобразования.

Чтобы исключить выход запыленного воздуха из-под укрытия в забой, необходимо обеспечить разрежение под укрытием, равное 5-15 Па.

Воздух, выходящий из очистного забоя, очищают специальными пылеулавливающими установками ППУ-2 и АПУ, расположенными на вентиляционном штреке в специальных нишах, коэффициент очистки которых достигает 0,98.

Пылеулавливание в механизированных подготовительных забоях осуществляют путем локализации источников пылеобразования.

Для проходческих комбайнов применяют пылеулавливающие установки, обеспечивающие коэффициент очистки 0,99.

Образование пыли на рудных шахтах предотвращают путем применения комплекса противопылевых мероприятий. Для предупреждения пылеобразования при взрывных работах используют внутреннюю водяную забойку, позволяющую снизить пылеобразование после взрыва на 80% и более.

Внутреннюю водяную забойку производят самозапирающимися полиэтиленовыми ампулами диаметром 38-40 мм и длиной 40 см. Расход воды при этом составляет 0,4 л на каждый шпур. При взрыве вода под

большим давлением распространяется в массиве и одновременно увлажняет разрушаемый массив. Кроме того, применяют специальную пасту из жидкого стекла с 3%-м раствором перекиси водорода и соляной кислоты.

Значительной эффективности снижения пылеобразования достигают при применении внешней водяной забойки. При этом в мешки из полиэтилена вместимостью до 20 л (из расчета 15-20 л на 1 м<sup>2</sup> площади забоя) заливают воду и помещают заряд ВВ с электродетонатором, затем их подвешивают в забое. Мешки взрывают одновременно со взрывом горной массы. При этом происходит тонкое распыление воды, которая обволакивает частицы пыли и смачивает их. Эффективность пылеподавления при использовании внешней водяной забойки достигает 80% и более.

При бурении шпуров и скважин основным способом борьбы с пылеобразованием является промывка, осуществляемая путем подачи воды или водных растворов ПАВ в забой или скважину. В момент удара режущего инструмента жидкость обволакивает отделяющиеся куски породы, смачивает их, что способствует снижению выхода пыли. Расход жидкости при этом составляет 5-6 л/мин. Для того, чтобы не происходило сдувание шлама и не образовывалась пыль, предусматривается специальное устройство для направленного отвода отработавшего сжатого воздуха.

Для предотвращения поступления пыли в забой при работе перфораторов и самоходных буровых установок используют систему пылемаслоулавливания СПМУ-2, с помощью которой достигается очистка воздуха от пыли до 90% и более.

### Средства индивидуальной защиты

Наибольшее распространение получили респираторы Ф-62Ш, "Астра-2", У-2К, "Лепесток".

Характеристика противопылевых респираторов:

Респиратор	Начальное разрешение на вдохе, Па	Массовая концентрация пыли в воздухе, кг/куб. м	Срок защитного действия, ч	Допустимая удельная запыленность фильтра, мг/кв.см
ШБ "Лепесток"	9,95±0,6	110	6	9,54±0,21
У-2К	40,9±1,1	320	3	5,45±0,12
"Астра-2"	31,02±0,9	110-230	6	7,7±0,2
Ф-62Ш	29,44±0,9	230-320	6	5,9±0,2

Ф-62Ш с частичной регенерацией фильтра	29,44±0,9	460-650	3	690-970
ПРШ-741	12,5±0,8	320-830	6	10,9±0,3
ПРШ-742	12,5±0,8	650-1850	3	10,9±0,3

#### 1.4. Тепловой режим шахт

Основными параметрами микроклимата являются температура воздуха, его относительная влажность, скорость движения воздуха и давление. Температура и влажность воздуха в глубоких шахтах и на дневной поверхности существенно отличаются.

Нагревание воздуха происходит в результате сжатия его с увеличением глубины, теплообмена с окружающим породным массивом, выделения тепла от охлаждения и окисления транспортируемой горной массы и полезного ископаемого, выделения тепла от работающих механизмов, машин, оборудования, выделения тепла от окислительных процессов и др.

Влажность изменяется в широких пределах и может достигать 100%.

При перегревании организма механизм терморегуляции способствует увеличению теплоотдачи. Она осуществляется через систему кровообращения и путем потоотделения. Роль системы кровообращения состоит в усилении тока крови через кожу вследствие расширения кожных сосудов, а также частоты сердечных сокращений и минутного объема крови. В результате увеличивается теплопроводность тканей, поступление тепла к поверхности кожи и ее температура, что способствует большему рассеиванию тепла в окружающую среду.

Реакция организма на охлаждение направлена на уменьшение теплоотдачи и увеличение количества теплоты, вырабатываемой организмом.

Самочувствие и работоспособность человека в условиях подземных горных работ определяются совместным действием на его организм температуры, влажности и скорости движения воздуха.

При нормальных климатических условиях в организме здорового человека поддерживается постоянная температура  $36,5 \pm 0,5$  °С. При отклонении температуры от нормы на несколько градусов ухудшаются окислительно-восстановительные процессы, нарушается жизнедеятельность организма. Нормально организм человека вырабатывает определенное количество тепловой энергии, которая расходуется на поддержание обмена веществ (320-630 кДж/ч) и отдается окружающей среде (840-2100 кДж/ч).

Чрезмерный перегрев организма ухудшает работоспособность, резко учащает пульс и дыхание, нарушает водно-солевой баланс, замедляет мыслительную деятельность, рассеивает внимание, ухудшает восприятие информации, способствует развитию опасных сердечно-сосудистых, желудочно-кишечных и других заболеваний. Наиболее тяжелое последствие перегрева организма – тепловой удар. Его симптомы: рвота, головокружение, расширение кровеносных сосудов кожи, падение кровяного давления, нарушение кровообращения и дыхания, судороги, иногда потеря сознания и смерть.

При охлаждении тела человека резко падает работоспособность, теряется координация движений, их быстродействие, появляется сонливость, опасная заторможенность центральной нервной системы, рост числа ошибок, неправильных действий. При очень сильном охлаждении ухудшается кровообращение, создается опасность замерзания.

Отвод избыточной теплоты осуществляется инфракрасным излучением от предметов более нагретых к менее нагретым (радиация); конвекцией – передачей теплоты телом человека омывающему его воздуху; испарением влаги (скрытая теплота парообразования) с поверхности тела человека и т.д.

Наибольшее влияние на организм человека оказывают температура воздуха, скорость движения воздуха, его влажность. Изменение барометрического давления оказывает меньшее влияние.

Температура воздуха наиболее сильно влияет на отвод теплоты из организма.

При понижении температуры с 26 до 11 °С выработка теплоты в организме увеличивается на 1670 Дж/ч.

Относительная влажность воздуха оказывает влияние на отвод теплоты от организма. Чем выше относительная влажность воздуха, тем меньше объем испаряющейся влаги и количество расходуемой на испарение теплоты.

Движение воздуха способствует увеличению отдачи теплоты, если температура воздуха меньше температуры тела человека. Если температура воздуха выше температуры тела человека, то происходит нагрев организма. Минимальная ощутимая человеком скорость движения воздуха равна 0,2 м/с.

Совместное действие температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха может быть антагонистическим (действие одних ослабляет действие других) или синергическим (действие одних усиливает действие других).

Для обеспечения нормальных климатических условий в горных выработках, где постоянно находятся люди, устанавливаются допустимые пределы температуры воздуха в зависимости от его относительной влажности и скорости движения.

Согласно Правилам безопасности в угольных и сланцевых шахтах, температура воздуха в действующих горных выработках у мест, где работают люди, не должна превышать 26 °С при относительной влажности до 90% и температуры 25 °С при относительной влажности свыше 90%.

В действующих горных выработках, где постоянно (в течение смены) находятся люди, скорость и температура воздуха должны соответствовать нормам, приведенным в табл. 1.1.

Таблица 1.1

**Допустимые нормы скорости и температуры воздуха  
в действующих горных выработках**

Минимальная скорость движения, м/с	Допустимая температура (°С) при относительной влажности, %		
	60-75	76-90	> 90
0.25	24	23	22
0.6	25	24	23
1,0	26	25	24
2.0	26	26	25

При ведении работ на больших глубинах, когда температура среды на рабочих местах превышает допустимую норму, воздух, подаваемый в забой, следует охлаждать.

В целях предупреждения переохлаждения горнорабочих и предупреждения простудных заболеваний необходимо устанавливать нижние гигиенические пределы температур.

ГОСТ 12.11.005–76 устанавливает оптимальные и допустимые нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне.

Показатели допустимого теплового состояния человека при работе с различными энергозатратами  $A$  и выделением теплоты  $Q$  приведены в табл. 1.2.

Обеспечение нормальных климатических условий труда в горных выработках осуществляют путем совершенствования вентиляции – увеличения количества воздуха, подаваемого в шахту, сокращения пути его движения от воздухоподающего ствола до рабочих забоев, применением нисходящего проветривания очистных забоев, проветриванием забоев подготовительных выработок с увеличенными скоростями движения воздуха;

## Тепловое состояние человека

Показатель	Легкая работа A=105+174 Вт Q=90+150 ккал/ч	Работа средней тяжести A=175+290 Вт Q=151+250 ккал/ч	Тяжелая работа A «91+349 Вт Q=251+300 ккал/ч
Температура тела, °С	37,4 - 37,5	37,7	-
Средняя температура кожи, °С	35,2 - 34,8	34,3	
Разность температур между кожей груди и стопы, °С	1 - 2	Не характерна	-
Средняя температура тела, °С	36,9	36,9	36,9
Теплосодержание, кДж/кг (ккал/кг)	128,2 (30,6)	128,2 (30,6)	128,2(30,6)
Накопление тепла, кДж/кг (ккал/кг)	2,9 (0,70)	2,9 (0,70)	2,9 (0,70)
Влагопотери, г/ч	100- 145	175-210	300
Теплоощущение, баллы	5,0	5,0	5,0
Частота сердечных сокращений, уд/мин	85-95	ПО - 120	130

снижения относительной влажности воздуха, что позволяет улучшить теплоотвод от организма человека за счет испарения влаги с поверхности тела; размещением оборудования, выделяющего тепло (трансформаторы, насосные и аккумуляторные станции), на горизонтах и в выработках, по которым направляется исходящая струя воздуха; кондиционирования воздуха, подаваемого в горные выработки; соблюдения рекомендованного рационального питьевого режима; отработки очистных забоев обратным ходом, что позволяет избежать потери воздуха.

С увеличением глубины ведения горных работ все более ухудшается тепловой режим, что требует применения кондиционирования воздуха. Последнее осуществляется с помощью кондиционеров.

Выбор типа холодильной установки определяется принятой схемой охлаждения рудничного воздуха, температурными условиями и потребной хладопроизводительностью. Для работы на поверхности шахты могут применяться любые холодильные установки. При этом требуется более глубокое охлаждение воздуха и поэтому температура испарения хладагента должна быть ниже, чем в подземных холодильных установках (5-15 °С). Наиболее пригодны для работы на поверхности паровые компрессионные холодильные машины, главным образом фреоновые.

К подземным холодильным установкам предъявляются жесткие требования, чем к поверхностным. Они должны быть компактными, взрыво- и пожаробезопасными, надежными в работе.

В качестве хладагента могут быть использованы вода, воздух, фреон-12, фреон – 22.

Фреон-12 ( $CF_2C_{12}$ ) – газ без цвета со слабым запахом, который ощущается при концентрации более 20%, неядовит, невзрывоопасен. Однако в результате соприкосновения с открытым огнем фреон разлагается с образованием фосгена, который ядовит. Предельно допустимая концентрация фосгена 0,5 мг/м<sup>3</sup>.

Фреон-22 ( $CHF_2Cl$ ) так же опасен, как и фреон-12. Для обнаружения утечек фреона применяют галоидные лампы или электрические течеискатели. В условиях шахт, опасных по газу или пыли, галоидные лампы или электрические течеискатели применяются в пределах выработок околоствольного двора, у главного квершлага и в откаточных выработках, где разрешено применение контактных электровозов.

Работы с использованием галоидных ламп или электрических течеискателей должны проводиться под непосредственным руководством механика холодильной установки в присутствии респираторщика ВГСЧ или члена шахтной горноспасательной станции и представителя участка вентиляции и техники безопасности.

При выборе места расположения воздухоохладителей и при расчете их параметров следует учитывать допустимые перепады температур воздуха до и после охлаждения, которые должны соответствовать значениям, указанным в табл. 1.3.

Температурные перепады в местах охлаждения воздуха не должны превышать допустимые нормы температурных перепадов при спуске и подъеме людей, указанные в табл. 1.4.

К поверхностным холодильным установкам предъявляются следующие требования:

Таблица 1.3

**Нормативные параметры воздуха в горных выработках при охлаждении**

Температура воздуха до охлаждения, *С	Допустимые температурные перепады (°С) при скорости движения воздуха, м/с							
	2.0	1.75	1.5	1,15	1,0	0.75	0,5	0.25
32	20	18	16	14	12	10	8	6
30	19	17	15	13	11	9	7	5
28	18	16	14	12	10	8	6	4
26	17	15	14	11	9	7	5	3
24	16	14	12	10	8	6	4	2
22	16	13	11	9	7	5	3	1
20	14	12	10	8	6	4	2	0

Таблица 1.4

**Нормативные параметры воздуха в стволах**

Температура воздуха, °С		Температурный перепад, °С	Температура воздуха, °С		Температурный перепад °С
на поверхности шахты	в околоствольном дворе		на поверхности шахты	в околоствольном дворе	
32	9	23	24	5	19
30	8	22	22	4	18
28	7	21	20	3	17
26	6	20	18	2	16

В настоящее время на шахтах используются стационарные холодильные машины, располагаемые на поверхности, производительностью  $4,2 \times 10^6 - 42 \times 10^6$  кДж/ч. Применяют также передвижные холодильные установки производительностью по холоду 63-500 тыс. кДж/ч.

В зарубежной практике для дополнительного охлаждения воздуха в лавах нашли применение воздухоохладители с ребристой поверхностью и разными схемами движения воздуха. Так, в ФРГ применяются воздухоохладители производительностью по холоду 21-210 000 кДж/ч.

**Предупреждение охлаждения горнорабочих.** Для предупреждения охлаждения организма человека производится подогрев воздуха, подаваемого в шахту, паровыми или электрокалориферами до температуры 60-70 °С. Калориферное устройство должно обеспечить поддержание температуры воздуха не ниже 2 °С в пяти метрах от сопряжения канала калорифера со стволом.

При проходке шахтных стволов применяют временные калориферные установки, нагреваемые паром, поступающим из котельной. Один раструб калориферной установки подсоединяется к трубопроводу, идущему к вентиляционной установке, другой – к поворотному колену вентиляционного става в стволе. В калорифере подогревается весь воздух, подаваемый для проветривания, исходя из расчета, что в поворотном колене температура воздуха составит не ниже 2 °С.

Тепловой режим в шахтах, расположенных в районах многолетней мерзлоты, отличается от режима обычных шахт. Подогрев подаваемого в шахту воздуха в этих условиях может привести к размораживанию пород вокруг выработок, что вызовет увеличение объема работ по их поддержанию. На основании работ Института физико-технических проблем Севера ЯФСО АН РФ можно рекомендовать следующие параметры теплового режима в подземных выработках.

1. При разработке месторождений обводненностью более 8% необходимо сохранять отрицательную температуру вмещающих пород и поступающего воздуха.

2. Разработку месторождений, вмещающих эффективные и плотные осадочные породы, нужно вести с подогревом подаваемого в шахту воздуха до положительных температур.

3. На угольных шахтах, разрабатывающих пласты с влажностью пород кровли не более 2%, следует подогревать воздух до 2 °С в зимнее время.

Рекомендуется также в зимний период подогревать весь воздух, поступающий в рудник, а в летнее время полностью охлаждать его с таким расчетом, чтобы температура воздуха всегда была несколько ниже температуры мерзлых пород.

В подземные камеры, где люди заняты малоподвижной работой, подаваемый воздух по термоизолированным воздуховодам подогревается местными электрокалориферами, лампами инфракрасного излучения.

Измерение климатических параметров. Для контроля теплового режима в горных выработках измеряют температуру, влажность воздуха и скорость его движения.

Измерение температуры и относительной влажности воздуха производят психрометром, состоящим из двух ртутных термометров, закрепляемых в специальной оправе, и аспиратора, который представляет собой вентиляторный диск, приводимый во вращение пружинным механизмом. Воздух проходит через трубки кожуха и обтекает термометры. У одного термометра (влажного) ртутный шарик покрыт батистовым колпачком, увлажненным дистиллированной водой. Вследствие испарения воды температура этого термометра  $t_B$  будет ниже, чем сухого  $t_C$ . По разности температур  $t_C - t_B$  определяют относительную влажность воздуха с помощью психрометрических таблиц или номограммы.

Психрометрами можно пользоваться при температуре воздуха не ниже 10 °С. При более низких температурах применяют гигрометр, чувствительным элементом которого является обезжиренный волос.

В горных выработках применяются также дистанционные методы измерения температуры и влажности воздуха, используются металлические термометры сопротивления, термисторы и термопары.

Совокупное воздействие на организм человека температуры и влажности воздуха оценивается в основном с помощью кататермометра. Для измерения температуры воздуха окружающей среды используют шаровые электротермометры, которые представляют собой полую сферическую поверхность, выполненную из листовой стали. Поверхность обтянута тонким фетром черного цвета. В центре шара размещен оттарированный микротермометр, фиксирующий температуру его воздуха при увлажненной фетровой оболочке. Прибор подвешивается на уровне головы работающего на расстоянии 1,5-2 м от почвы. Температуру определяют по градуировочным таблицам, составленным по измерениям в климатической камере.

## **1.5. Борьба с шумом и вибрациями в шахтах**

Шум по физической природе можно рассматривать как нерегулярные упругие колебания, сопровождающиеся образованием звуков разной интенсивности, частоты и звукового давления.

Известно, что звуковые ощущения пропорциональны логарифму раздражения.

Орган слуха человека реагирует не на абсолютное нарастание силы и частоты звука, а на их относительное увеличение. Для количественной характеристики условий труда по шуму установлена специальная логариф-

мическая шкала, начало отсчета на которой соответствует (при частоте 1000 Гц) порогу слышимости с интенсивностью звука  $I_0 = 10^{-12}$  Вт/м<sup>2</sup> и звуковым давлением  $p_0 = 2 \cdot 10^{-5}$  Па.

Предельное значение болевого ощущения соответствует болевому порогу с интенсивностью звука  $I_0 = 10^2$  Вт/м<sup>2</sup> и  $p = 10^2$  Па.

По логарифмической шкале увеличение любой интенсивности звука дает прирост ощущений интенсивности звука, единица измерения которого называется белом (Б).

Шкала измерений уровня интенсивности шума укладывается в 140 единиц.

Проявления шумовой патологии могут быть условно подразделены на специфические, наступающие в слуховом анализаторе, и неспецифические, возникающие в организме в целом.

Шум воздействует как стрессовый фактор, вызывает изменение реактивности центральной нервной системы, следствием чего являются расстройства регулирующих функций органов и системы человека, что приводит к снижению производительности труда на 10-20% и увеличению роста заболеваемости.

Орган слуха выполняет две функции: обеспечивает организм сенсорной информацией, что позволяет ему приспособиться к окружающей обстановке, обеспечивает самосохранение и противостоит вредному воздействию звукового сигнала. Интенсивный шум необратимо влияет на незащищенный орган слуха и приводит к развитию тугоухости. Профессиональная тугоухость обусловлена органическим повреждением кортиева органа. Длительное воздействие шума приводит к изменению сосудов, вызывая их спазм, что способствует возникновению необратимых процессов в кортиевом органе.

Влияние шума на сердечно-сосудистую систему сказывается в повышении артериального давления, что увеличивает риск гипертонических заболеваний. Под воздействием шума может меняться витаминный обмен в организме. "Шумовая болезнь" – это общее заболевание организма с преимущественным поражением органа слуха, центральной нервной системы, сердечно-сосудистой системы.

При непрерывном воздействии шума возрастает опасность возникновения несчастных случаев. В условиях шахты шум мешает вовремя распознать звуки, предшествующие обвалам кровли, выбросам угля, породы, газа. Шум заглушает сигналы при работе и обслуживании машин, механизмов, мешает правильно воспринимать их, что может привести к появлению опасных ситуаций.

*Ультразвуковая техника и технология* применяются в различных отраслях народного хозяйства. Низкочастотный ультразвук (рабочая частота

20, 22, 40, 44, 60, 66 кГц и интенсивность 5-10 Вт/кв.см) применяют для активного воздействия на вещества и различные технологические процессы (обезжиривание, очистка, сварка, пайка, лужение, механическая обработка, коагуляция аэрозолей, кристаллизация металлов), в медицине – для резки и соединения биологических тканей, обезболевания, разрушения новообразований, стерилизации инструментов и др.

Высокочастотный ультразвук используется в аппаратуре для сбора информации, контроля, анализа, обработки и передачи сигналов (дефектоскопия, вискозиметрия, радиолокация и др.), в медицине – для диагностики (частота от 1,5 до 10 мГц, интенсивность до 9,5 Вт/см<sup>2</sup>), лечения различных заболеваний суставов, позвоночника, периферической нервной системы, в офтальмологии, дерматологии, гинекологии и др. (частота до 800 кГц, интенсивность 0,1-2 Вт/см<sup>2</sup>).

Воздействие ультразвука на биологическую ткань можно разделить на четыре вида: механическое (массаж тканей), физико-химическое (ускорение процессов диффузии через биологические мембраны и изменение скорости биологических реакций), термическое (прогрев тканей организма), кавитационное (разрыв оболочек клеток и биологической ткани).

Источники шума в шахтах – все технологические процессы. Механические шумы возникают в результате динамических процессов и упругих деформаций в соединениях машин и механизмов. Магнитные шумы обусловлены силами, возникающими в воздушном зазоре между статором и ротором электрической машины.

Уровни звукового давления в соответствии с ГОСТ 12.1.003-83 приведены в табл. 1.5.

Расчет ожидаемого уровня шума в горных выработках ведут в следующем порядке:

Таблица 1.5

### Допустимые уровни звукового давления

Оборудование	Место замера	Средняя геометрическая частота, Гц	Уровень звукового давления, дБ
Бурильный молоток	В забое на расстоянии 2 м от молотка	500	120
Вентилятор местного проветривания СВМ-6	На расстоянии 10 м от вентилятора	400	102

96	На расстоянии 1 м от комбайна	400	100
Буровой станок СБШ-200	На расстоянии 2 м от станка	102	96

- составляют план объекта с указанием рабочих зон и расчетных точек, всех источников шума, оказывающих влияние на шумовую обстановку;
- устанавливают расстояния от источников шума до расчетных точек и время действия каждого источника шума на рабочего в течение смены;
- определяют площадь, периметр и форму поперечного сечения, состояние крепи горной выработки в местах расположения источников шума и расчетных точек;
- определяют шумовые характеристики источников по технической документации или результатам измерений по стандартным методикам либо принимают технически достижимые для данного типа машин;
- проводят сравнение расчетных уровней шума с допустимыми для данного рабочего места и определяют требуемое снижение шума, в необходимых случаях проводят оценку шумовой обстановки на рабочем месте.

Допустимые уровни шума горного оборудования находятся в пределах 90-100 дБ.

Мероприятия по снижению действия шума. Для снижения механического шума применяются детали из нешумящих материалов, вибропоглощающие прокладки и эластичные муфты. Для локализации шума в его источнике последний заключается в кожухи. В качестве поглощающих материалов используются войлок, минеральная вата, асбест, асбосиликат, арболит, пористая штукатурка, поролон, резина, пенополиуретан и др.

Коэффициент звукопоглощения указанных выше материалов при частоте звука 1000 Гц равен 0,3-0,9, а бетона и кирпича соответственно 0,01 и 0,03.

При необходимости снижения значительного шума агрегат заключают в два самостоятельных кожуха с воздушной прослойкой между ними, равной 8-12 мм.

В тех случаях, когда звукопоглощающие кожухи не установить, для защиты персонала от воздействия шума устраивают звукоизолированные кабины и камеры.

Для защиты от воздействия высокочастотного шума применяют экраны из фанеры, листового металла, стекла, пластмасс. Экран отражает звуковые волны, а за ним образуется область звуковой тени.

Снижение аэродинамического шума осуществляют с помощью присоединенных или встроенных глушителей, которые делятся на активные, реактивные и комбинированные. В активных глушителях звуковая энергия поглощается звукопоглощающим материалом. Простейшим видом активного глушителя является резиновый шланг, отводящий выхлопной воздух. В глушителях реактивного типа поглощение энергии звука происходит за счет образования волновой пробки. Разновидность реактивного глушителя – камерные и резонаторные глушители.

Для снижения шума при работе осевых вентиляторов местного проветривания применяют глушители ГСМВ-5 и глушители типа ГШ-5. С помощью глушителя ГСМВ-5 уровень шума снижается в среднем на 11-12,5 дБ.

Для снижения шума стационарных вентиляторных установок применяются глушители ПГС, суммарное снижение уровня шума в которых составляет 25-30 дБ.

Для снижения шума при работе породопогрузочных машин применяются специальные глушители. Так, для машины ППМ-3М разработаны глушители шума основных и дополнительных выхлопов. Они позволяют снизить уровень шума на 10 дБ.

Для снижения аэродинамического шума, возникающего при выхлопе отработавшего воздуха, под выхлопным окном установлена эластичная камера-глушитель с окном. С ее помощью снижается уровень шума на 30%.

Если комплекс технических, организационных, архитектурно планировочных и других мер не обеспечивает нормальных условий труда по шуму, используются различные средства индивидуальной защиты (антифоны, беруши, шумозащитные наушники и шлемы), изготовленные из пластичных (неопрен, воск) и твердых (резина, эбонит) материалов. Применение антифонов снижает уровень шума средней частоты на 15-30 дБ. Противошумные наушники ВЦНИИОТ снижают уровень шума на 10-40 дБ.

Вибрация – механические колебания тел. Местная вибрация характеризуется колебаниями инструмента и оборудования, передаваемыми к отдельным частям тела (например, к рукам при работе ударным и вращательным инструментом).

При общей вибрации колебания передаются всему телу от работающих механизмов на рабочем месте через пол, сиденье или рабочую площадку.

Вибрация характеризуется частотой колебаний тела (точки) или числом периодов колебаний в секунду (Гц), амплитудой колебаний и колебательной скоростью (см/с) – максимальной скоростью колебательного движения точки в конце полупериода колебания, когда смещение точки равно нулю.

При работе на ручном виброинструменте вибрации оказывают влияние на центральную нервную систему и могут вызвать вибрационное заболева-

ние (ангионевроз). Признаками этого заболевания являются спазмы сосудов и сопутствующие им боли. При спазмах сосудов нарушается терморегуляция и пальцы рук резко реагируют на изменение температуры. Спазмы сосудов наблюдаются при вибрациях с частотой 30-200 Гц.

При работе с тяжелым ударным инструментом с частотой ниже 30 Гц наблюдается заболевание, характеризующееся костно-суставными изменениями и падением тонуса сосудов. Признаком заболевания является ограничение подвижности суставов.

Общие вибрации оказывают воздействие на нервную и сердечно-сосудистую системы организма человека, а также на работу вестибулярного аппарата.

Нормирование вибраций осуществляется в соответствии с ГОСТ 12.1.012-78 "Вибрация. Общие требования безопасности". Эти требования включают санитарно-гигиенические нормы общей и местной вибраций.

Для предупреждения вибрационных заболеваний устанавливаются предельно допустимые уровни колебательной скорости контакта человека с источником вибрации в зависимости от средней геометрической частоты активных полос спектра колебаний (табл. 2.10).

Для снижения степени воздействия местных вибраций необходимо осуществлять эффективные меры по снижению интенсивности вибраций в источнике их образования.

Для этих целей применяют специальные виброгасящие рукоятки из эластичного материала, виброгасящие пружинные каретки, специальные пневмоподдержки, исключаящие постоянный контакт человека с вибрирующим инструментом.

Для снижения отдачи ручного инструмента масса его с полной оснасткой не должна превышать 10 кг.

## **1.6. Освещенность горных выработок**

Свет оказывает существенное влияние на условия труда. Человек через зрительное восприятие окружающего пространства получает около 90% информации. Качество поступления информации зависит от освещения рабочего пространства. При неудовлетворительном освещении человек напрягает зрительный аппарат, что ведет к утомлению зрения и организма в целом. При этих условиях человек теряет ориентацию среди машин, оборудования, неадекватно воспринимает изменившиеся условия труда в рабочей зоне, что повышает опасность травмирования. Правильное освещение снижает утомление до 3%, количество брака до 25%, число несчастных случаев до 5-10% и повышает производительность труда до 15%. Хорошее освещение

предупреждает появление головной боли и глазной болезни нистагма, признаки которой – судорожное движение глазного яблока, дрожание головы и ослабление зрения. Причиной нистагма является частое чередование света и тени при слабом искусственном освещении.

Освещение рабочих мест должно быть достаточным и соответствовать СНиП 11:4 – 79 "Естественное и искусственное освещение".

Эффективность зрения характеризуется остротой – способностью глаза различать две точки на минимально коротком расстоянии друг от друга, равном 0,04 мм. Острота зрения зависит от состояния здоровья, профессионального опыта, условий труда и отдыха. У людей в возрасте 20 лет она максимальная – 100%, в возрасте 40 лет – 90%, в возрасте 60 лет – 74%. Наиболее остро объекты воспринимаются в области центрального зрения – внутри конуса с углом 3-4°, хорошо – внутри конуса с углом 7-8° и удовлетворительно - внутри конуса с углом 8-14°. За пределами конуса с углом 20° предметы плохо различимы.

Нормальное поле зрения глаза имеет следующие размеры: 80° вправо и влево; 60° – вверх; 90° – вниз.

Виды производственного освещения. Производственное освещение разделяется на естественное и искусственное.

Естественное освещение производственных помещений экономично и благоприятно для человека. Световой комфорт при этих условиях обеспечивается за счет диффузного света небосвода – многократно отраженных прямых солнечных лучей от многочисленных облаков и твердых и жидких частиц, содержащихся в атмосфере. В результате такой дезинтеграции свет диффузно распределяется в атмосфере, приобретая новые оптические свойства и способность проникать через оконные проемы, фонари в производственные помещения.

Световые условия нормируются по коэффициенту естественного освещения (КЕО). Значение КЕО принимается по таблицам.

Искусственное освещение рабочих мест и горных выработок производится стационарными светильниками с лампами накаливания или люминесцентными, питаемыми от электрической сети 36 В, и переносными светильниками, питаемыми напряжением 36 В; применяются также индивидуальные светильники различных типов. Все комбайны, породопогрузочные машины, щиты снабжаются самостоятельными местными светильниками, обеспечивающими освещение рабочих мест или рабочих органов.

Для освещения лампами накаливания от сети применяют светильники в нормальном исполнении РН-60, РН-100, РН-200 и повышенной надежности – РП-60, РП-200. Для освещения главных откаточных выработок, погрузочных пунктов, людских ходков, машинных камер применяют люминесцент-

ные светильники типа ДС (дневного света), БС (белого света) и ТБ (теплого белого света).

Для устранения блескости ламп накаливания используют колпаки светильников с рассеивающим стеклом.

В протяженных выработках светильники целесообразно размещать по оси выработок, так как при этом увеличивается различимость объектов. В забоях стволов светильники устанавливаются непосредственно на полке или подвешиваются под ним на тросах.

В качестве индивидуального источника освещения в шахтах служат головные аккумуляторные шахтные светильники типа "Украина-4" (СГУ-4), "Кузбасс".

Наиболее совершенны светильники с герметичными батареями СГГ-3 и СГГ-1к. Благодаря герметичности батареи нет необходимости доливать электролита в период эксплуатации, при этом исключается выделение газов и создание взрывоопасной среды.

Зарядка происходит через фару и кабель светильника, что делает возможным самообслуживание в ламповых. Двунитевая лампа дает возможность переключать батарею с рабочей нити на аварийную, что позволяет продлить время непрерывного горения. Световой поток головных светильников 30 лм, продолжительность нормального горения не менее 10 ч.

Нормы освещенности рабочих мест и горных выработок определены соответствующими правилами безопасности.

Норма освещенности 10 люкс (лк) устанавливается для рабочих мест и выработок исходя из того, что при ней не наблюдается утомления рабочих.

В местах, где люди находятся кратковременно, только во время передвижения их к месту работы (откаточные выработки, людские ходки и т.д.), минимальный уровень освещенности допускается 1 лк.

При строительстве тоннелей и других подземных сооружений все выработки освещаются лампами с питанием от электрической сети, напряжением не выше 36 В для сырых выработок и тоннелей с незачеканенной металлической обделкой; 12 В – на передвижных металлических подмостках, опалубках, буровых тележках, щитах, укладчиках сборной обделки; не выше 127 В – для сухих выработок; не выше 220 В – для законченных сухих тоннелей при подвеске светильника не ниже 2,5 м.

Напряжение для всех переносных ламп должно быть 12 В. Аварийное освещение должно быть смонтировано в стволе, в околоствольном дворе, в камере главного водоотлива, электрокамерах, складах ВМ, а также в местах пересечения выработок, тоннелей и в выработках большой протяженности. Поверхностные горно-разведочные выработки легкого типа, проводимые, как правило, в пределах светового дня, в дополнительном освещении не нуждаются. Освещать приходится лишь подземные выработки.

Хорошее и рациональное освещение выработок имеет очень большое значение, так как от него в значительной степени зависят санитарные условия труда и безопасность работ, производительность труда и качество выполняемой работы.

Наибольшая освещенность предусматривается в камерных выработках, в которых размещены работающие машины (в частности, буровые станки), а в призабойном пространстве при бурении шпуров, креплении, погрузке и выполнении других проходческих работ.

Для освещения подземных горных выработок применяют следующие источники света:

1. Стационарные, действующие на протяжении всего срока службы выработки.

2. Полустационарные, которые по мере продвижения забоя могут перемещаться.

3. Местные, при которых осветительная установка монтируется на горнопроходческих машинах или механизмах.

4. Переносные или индивидуальные.

В качестве стационарных, полустационарных и местных светильников используются сетевые электрические светильники с лампами накаливания или люминесцентными лампами. Переносные лампы могут быть пламенными (бензиновые и ацетиленовые) и аккумуляторными. Переносные лампы являются основным источником света не только в горно-разведочных выработках, но и в очистных и подготовительных забоях эксплуатационных выработок. Спуск в шахту и передвижение людей по выработкам, а также производство работ без горячей переносной лампы запрещается.

Достаточная освещенность будет достигнута, если между светильниками мощностью 60-100 ватт будут выдержаны следующие расстояния:

3-4 м – в камерах, на подстанциях, на рудничных дворах.

5-6 м – в забоях очистных, подготовительных и горно-разведочных выработок.

15-20 м – в выработках с механической откаткой и доставкой, в людских ходах. По всему стволу вертикальной выработки подвешиваются светильники мощностью 60-100 вт через каждые 20-30 м. Кроме того, забой, стационарные и подвесные полки этих выработок освещаются дополнительно из расчета 10-15 вт на каждый квадратный метр площади забоя или полка. С целью увеличения освещенности повышают отражательную способность стен выработок путем их побелки. На забое применяют лампы накаливания при напряжении 36 в, в остальной части выработки – 127 в, и лишь при использовании люминесцентных ламп допускается напряжение 220 в.

## 1.7. Санитарно-бытовое и медицинское обслуживание работающих

С целью сохранения здоровья горнорабочих в нашей стране действует научно обоснованная комплексная система по предотвращению профессиональных заболеваний, которая включает следующие виды охранных мер.

### 1. Технические:

- борьба с пылеобразованием (предварительное увлажнение горного массива, орошение, сухое пылеулавливание);
- применение средств индивидуальной защиты (противопылевые респираторы клапанного типа со сменными фильтрами многоразового действия, бесклапанные и клапанные, в которых фильтром служит сама маска);
- обеспыливание и стирка спецодежды;
- нормализация теплового режима (увеличение скорости движения воздуха в выработках и на рабочих местах, индивидуальные средства охлаждения организма, охлаждение воздуха передвижными и стационарными холодильными установками);
- снижение влажности в горных выработках (борьба с капезом, перекрытие водоотливных канавок);
- применение спецодежды для снижения охлаждающего влияния воздуха, защиты от капеза;
- применение глушителей для снижения уровня шумов при эксплуатации шумопроизводящего оборудования (например, для вентиляторов местного проветривания);
- использование противозумовых индивидуальных средств.

2. Нормативные (предельно допустимая концентрация пыли и ядовитых газов, санитарные нормы микроклимата в горных выработках, допустимые уровни звукового давления и вибрации).

3. Медико-профилактические (медосмотр при приеме на работу, ежегодный профосмотр с рентгенографией, профилактическое ультрафиолетовое облучение, ингаляция органов дыхания, прохождение стационарного лечения в профилакториях и специализированных санаториях).

4. Организационно-правовые (сокращение продолжительности рабочей недели до **35** часов, увеличение продолжительности отпуска для работающих в силикозоопасных забоях до **36** дней, перевод на другую работу в случае обнаружения признаков профессионального заболевания с сохранением прежней заработной платы, перевод на пенсионное обеспечение на льготных условиях при стаже работы под землей **10** лет и достижении **50**-летнего возраста).

Приведенные охранные меры научно обоснованы, носят законодательный характер и регламентированы в зависимости от условий правилами безопас-

ности, санитарными правилами по устройству и содержанию предприятий угольной промышленности и другими документами.

Своевременный профосмотр с рентгенограммой и обращение к врачу позволяют обнаружить в организме первые признаки заболевания и принять необходимые меры на самой ранней стадии.

Все трудящиеся, занятые на выполнении производственных работ, обеспечиваются специальной одеждой с учетом специфики рабочих мест, для чего разработаны нормативы по виду и срокам ее использования. Спецодежда включает костюм, обувь, головной убор, служащие для защиты организма от механического, термического и химического воздействия внешней среды и должна быть изготовлена из соответствующих тканей и материалов. Ткань должна быть прочной, воздухо- и паропроницаемой, а конструкция одежды не должна стеснять движений.

Нормами проектирования административно-бытовых комбинатов для шахт предусматриваются помещения, которые в целом составляют поточную линию подготовки спуска горнорабочих в шахту и после выезда из шахты. При спуске в шахту в "чистом" отделении принимают личную одежду, которая хранится в индивидуальных шкафах или других аналогичных приспособлениях. Затем горнорабочий получает обеспыленную, просушенную спецодежду и направляется в шахту. В сатураторной наполняет флягу газированной водой или другими специальными напитками, получает термос с горячей пищей, к которому прилагается пакет с хлебом и холодными закусками. Далее по ходу движения получает светильники, самоспасатель, противопылевой респиратор и жетоны, которые, как правило, сдает или опускает в специальные ящики на стволе при спуске в шахту и при выезде из нее.

При выезде из шахты сдаются индивидуальные средства, приборы и спецодежда. В моечном отделении горнорабочие получают резиновые тапочки, обмываются под душем. На выходе из душевых ноги дезинфицируют в ванночках со слабым раствором формалина во избежание грибковых заболеваний. Лица, имеющие подобные заболевания, сдают свою обувь для дезинфекции и просушивания. Затем горнорабочие проходят ингаляцию, ультрафиолетовое облучение.

На каждой шахте должен быть здравпункт, штат которого устанавливается в зависимости от списочного числа работающих и может состоять из одного-четырех медицинских работников. Если число работающих превышает 500 человек, то устраивают и подземный здравпункт с круглосуточным дежурством медицинского персонала.

В здравпунктах оказывают первую помощь при травме, внезапных заболеваниях и отравлениях, ведут регистрацию всех видов травм, обучают рабочих приемам оказания первой помощи и проводят профилактическую работу.

Всех рабочих и технический персонал на шахтах снабжают индивидуальными перевязочными пакетами. Во всех цехах на поверхности, в помещениях административно-бытового комбината, в околоствольном дворе, на эксплуатационных участках у выходов из лав и в забоях подготовительных выработок, удаленных от погрузочных пунктов лав более чем на 500 м, размещают аптечки первой помощи. В этих же местах в шахте размещают носилки салазного типа с твердым ложем.

### **Дополнительные требования для рудников**

Все действующие и строящиеся рудники должны разрабатывать конкретные планы мероприятий по защите производственного персонала от воздействия вредных для здоровья факторов.

Уровень содержания ядовитых и горючих газов, запыленности воздуха, подаваемого по воздухоподающим стволам, главным и участковым транспортным выработкам по всем рабочим зонам и рабочим местам, не должен превышать 30% от установленных предельно допустимых концентраций (ПДК).

Периодичность отбора проб на запыленность должна составлять: для силикозоопасных забоев – не реже 2 раз в квартал, для остальных – один раз в квартал по графику, утвержденному главным инженером шахты.

Все работники рудника должны быть обеспечены спецодеждой, обувью, защитными касками, противопыльными респираторами, индивидуальными средствами защиты от шума, флягами для питьевой воды. На шахтах с отрицательной температурой должны выдаваться специальные термоса.

В подземных выработках и на поверхности должны устраиваться уборные из расчета одно очко на 50 человек.

Устройство уборных, правила их дезинфекции приемников для нечистот, приспособлений для слива должны соответствовать санитарным требованиям.

На каждой шахте должен быть административно-бытовой комбинат с санитарно-бытовыми помещениями. Бытовые комбинаты должны располагаться вблизи надшахтных зданий и соединяться с ними утепленным крытым переходом.

К началу работ по строительству шахт должны быть оборудованы душевые и гардеробные.

Допускается использование одного бытового комбината для группы близко расположенных шахт при условии перевозки к ним производственного персонала специально оборудованным транспортом.

Бытовые помещения должны иметь: отделение для хранения чистой одежды, душевую, отделение для хранения и сушки спецодежды, комнату

личной гигиены женщин, прачечную, мастерскую для починки спецодежды и спецобуви, помещение с установкой для обеспыливания спецодежды, чистки и мойки обуви, теплые туалеты. В отделениях для хранения спецодежды число мест должно соответствовать списочному составу всего персонала шахты, занятого в двух наиболее многочисленных сменах.

Бытовые помещения должны иметь такую пропускную способность, чтобы смена с максимальным числом рабочих затрачивала на мытье и переодевание не более 45 мин.

Рабочие, занятые на подземных работах, и лица технического надзора должны быть обучены оказанию первой помощи пострадавшим.

Лица технического надзора, бригадиры (звеньевые) должны иметь при себе во время работы не менее двух индивидуальных перевязочных пакетов в прочной водонепроницаемой оболочке.

Для доставки пострадавших или внезапно заболевших в лечебное учреждение на каждой шахте должны быть специальные транспортные средства – машина скорой помощи, использование которой для других целей запрещается.



---

---

## Глава 2

# ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ВЕДЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ГОРНЫХ РАБОТ

---

Объекты ведения подземных горных работ в соответствии с Федеральным законом "О промышленной безопасности опасных производственных объектов" от 21.07.1997 № 116-ФЗ отнесены к опасным производственным объектам. Под объектом ведения подземных горных работ следует понимать ряд подземных горных выработок, находящихся в единой вентиляционной системе, а также производственные здания и сооружения поверхностного комплекса.

Обязательным условием принятия решения о начале строительства (эксплуатации), консервации и ликвидации шахты является наличие положительного заключения экспертизы промышленной безопасности проектной документации.

Технические проекты на разработку месторождений полезных ископаемых подземным способом подлежат согласованию с Ростехнадзором России.

Для эксплуатации шахт в установленных законодательством случаях оформляется декларация промышленной безопасности опасного производственного объекта.

Руководитель организации несет ответственность за полноту и достоверность сведений, содержащихся в декларации промышленной безопасности, в соответствии с законодательством Российской Федерации.

Декларация промышленной безопасности подлежит экспертизе промышленной безопасности в установленном порядке.

Горные работы должны вестись в соответствии с проектом и годовыми планами развития горных работ, согласованными с территориальными органами Ростехнадзора и установленной геолого-маркшейдерской документацией.

На всех разведываемых, подготавливаемых к отработке и разрабатываемых месторождениях должны быть выполнены работы по выявлению склонности пород к горным ударам, газо- и геодинамическим явлениям. При наличии таких опасностей проектирование, строительство шахт с их последующей эксплуатацией должны производиться с учетом этих факторов и требований соответствующих нормативных документов.

В процессе приемки в эксплуатацию шахт проверяются: соответствие проектной документации, готовность организации к эксплуатации опасного

производственного объекта и к действиям по локализации и ликвидации последствий аварии. Объекты должны приниматься в эксплуатацию в установленном порядке с участием представителей территориальных органов Ростехнадзора России.

Проектные организации обязаны осуществлять авторский надзор за выполнением проектных решений.

Допускается опытно-промышленная разработка месторождения полезных ископаемых или его части, которая осуществляется на основании проекта и планов развития горных работ, согласованных с территориальными органами Ростехнадзора России и утвержденных руководителем организации.

Проектная документация на разработку месторождений полезных ископаемых подземным способом, применяемые технические устройства подлежат обязательной экспертизе промышленной безопасности в соответствии с Федеральным законом "О промышленной безопасности опасных производственных объектов".

Отклонения от проектной документации в процессе строительства, эксплуатации, консервации и ликвидации шахт не допускаются.

Изменения, вносимые в проектную документацию, подлежат экспертизе промышленной безопасности и согласованию с Ростехнадзором России.

Организации, осуществляющие деятельность по разработке месторождений полезных ископаемых подземным способом, в соответствии со ст. 10 Федерального закона "О промышленной безопасности опасных производственных объектов" обязаны заключать договора на обслуживание со специализированными профессиональными аварийно-спасательными формированиями (военизированными горноспасательными частями – ВГСЧ), создавать собственные горноспасательные формирования, вспомогательные (нештатные) горноспасательные команды из числа работников, а также планировать и осуществлять мероприятия по локализации, ликвидации последствий аварий.

На основании ст. 15 Федерального закона "О промышленной безопасности опасных производственных объектов" организации, осуществляющие деятельность по разработке месторождений полезных ископаемых подземным способом, обязаны страховать ответственность за причинение вреда жизни, здоровью или имуществу других лиц и окружающей природной среде в случае аварии на опасном производственном объекте.

Работающие непосредственно на подземных работах должны проходить периодическое медицинское освидетельствование не реже одного раза в год.

Рабочие, выполняющие работы повышенной опасности, перечень которых устанавливается руководством организации, перед началом смены должны проходить обязательный выборочный медицинский осмотр.

Рабочие и специалисты должны быть обеспечены и обязаны пользоваться специальной одеждой, специальной обувью, исправными защитными касками, очками и другими средствами индивидуальной защиты, соответствующими их профессии и условиям, согласно утвержденным нормам.

На шахтах должен быть организован и осуществляться учет всех лиц, спустившихся в шахту и выехавших (вышедших) на поверхность, в соответствии с разработанной инструкцией, утвержденной руководством шахты.

Все лица после выезда (выхода) из шахты обязаны немедленно сдать светильники в ламповую. Если через 1 час после окончания смены будет установлено, что светильники сданы не всеми спускавшимися в шахту, то ламповщик смены по ламповой обязан немедленно сообщить диспетчеру и руководителю шахты фамилии лиц, не сдавших светильники.

Ответственность за организацию и осуществление учета несет начальник шахты.

Запрещается спуск людей в шахту и пребывание их в подземных выработках без производственной необходимости, наряда или разрешения руководителей шахты.

Всем лицам, занятым на подземных работах и посещающим подземные работы, перед спуском в шахты, имеющие рабочие зоны, опасные по газу, взрыву пыли и самовозгоранию полезного ископаемого, должны выдаваться исправные, индивидуально закрепленные изолирующие самоспасатели.

На остальных шахтах допускается выдавать исправные фильтрующие самоспасатели. Разрешается их групповое хранение на участках работ в количестве, превышающем на 10% наибольшую численность людей в смене. Самоспасатели группового хранения должны находиться на участках работ в специальных ящиках, обеспечивающих исправность и сохранность самоспасателей. Места хранения самоспасателей должны быть обозначены, освещены условным светом и известны всем лицам, занятым на подземных работах.

Общее количество самоспасателей на шахте должно быть на 10% больше числа лиц, занятых на подземных работах в наибольшей по численности смене.

Все подземные рабочие и лица технического надзора должны быть обучены пользованию самоспасателями. Проверка знаний рабочими правил пользования самоспасателями должна производиться начальниками участков или их заместителями не реже одного раза в 6 месяцев.

Ответственность за сохранность самоспасателей при их групповом хранении возлагается на начальника участка или его заместителя, а за обеспеченность ими – на начальника шахты.

Проверка самоспасателей на исправность должна производиться ежеквартально начальником пылевентиляционной службы шахты (начальником участка) с участием представителей горноспасательного формирования.

Результаты проверки оформляются актом.

Все рабочие, принимаемые на подземные горные работы, а также переводимые на работу по другой профессии, должны пройти предварительное обучение по технике безопасности.

Предварительное обучение по технике безопасности рабочих проводится при учебных комбинатах или пунктах организаций (предприятий) с отрывом от производства в соответствии с программами предварительного обучения рабочих, занятых на подземных работах, утвержденными Ростехнадзором России, с обязательной сдачей экзаменов комиссиям под председательством главного инженера шахты или его заместителя.

Продолжительность предварительного обучения по технике безопасности устанавливается следующая:

для рабочих, поступающих на подземные работы, ранее не работавших на шахтах, – 5 дней;

для ранее работавших на шахтах и переводимых с работы по одной профессии на другую – 2 дня;

для рабочих на поверхности, ранее не работавших на шахтах, – 3 дня;

для ранее работавших на шахтах – 1 день.

Рабочие, ранее не работавшие на шахтах, а также переводимые с работы по одной профессии на другую, после предварительного обучения по технике безопасности должны пройти обучение по профессии в сроки и в объеме, предусмотренные соответствующей программой обучения, разрабатываемой в установленном порядке.

Рабочие очистных и подготовительных забоев, где предусматривается совмещений профессий, должны быть обучены всем видам работ в соответствии с организацией труда.

Профессиональное обучение рабочих осуществляется в профессионально-технических училищах, учебно-курсовых комбинатах или учебных пунктах. В исключительных случаях разрешается обучение рабочих в индивидуальном или бригадном (групповом) порядке. На время обучения рабочие должны допускаться к работе совместно с опытными рабочими или с мастером-инструктором. К самостоятельной работе по профессиям рабочие допускаются после сдачи экзамена и получения удостоверения.

Все рабочие должны быть ознакомлены под расписку с инструкциями по безопасным методам работ по их профессиям. Инструкции должны храниться на каждом производственном участке в доступном месте.

Все рабочие не реже чем один раз в полугодие обязаны пройти инструктаж по технике безопасности, который проводится участковым техническим надзором. Результаты первичного и повторного инструктажей заносятся в личную карточку.

Для каждой шахты должен быть составлен план ликвидации аварий в соответствии с "Инструкцией по составлению планов ликвидации аварий".

План ликвидации аварий пересматривается и утверждается один раз в полугодие, не позднее чем за 15 дней до начала следующего полугодия.

Изучение плана ликвидации аварий лицами технического надзора производится под руководством главного инженера (технического руководителя) шахты до начала полугодия.

Порядок выдачи нарядов на производство горных работ.

Работы на шахтах должны выполняться по письменному наряду, выданному в соответствии с Положением о нарядной системе, утвержденным вышестоящей организацией.

Запрещается выдавать наряды на выполнение работ в выработках (забоях), отдаленных от основных рабочих мест, менее чем двум рабочим. При этом один из них должен быть назначен старшим (из числа опытных рабочих).

Запрещается выдавать наряды на выполнение работ в выработках (забоях), в которых имеются нарушения требований правил и норм безопасности, кроме нарядов на устранение нарушений.

Требования к посещению подземных работ руководящими работниками и специалистами шахт.

Руководящие работники и специалисты шахты для обеспечения контроля за состоянием безопасности и правильным ведением горных работ должны систематически посещать подземные работы.

Начальник участка или его помощник обязаны посещать каждое рабочее место на участке не менее трех раз в неделю.

Начальник смены (горный мастер) должен посетить в течение смены каждое рабочее место, обеспечив при этом непосредственное руководство работами, ведущимися в наиболее сложных горно-технических условиях.

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.

Работы на шахте должны выполняться на основании лицензии, выданной Ростехнадзором, и в соответствии с проектами, паспортами, схемами.

Организации, разрабатывающие проекты, а также программы для ЭВМ по вопросам безопасности работ, должны иметь лицензию.

Эксплуатация выемочных участков, проведение и капитальный ремонт горных выработок должны осуществляться по паспортам, составляемым в соответствии с проектами, установка механизмов – по схемам, которые утверждаются директором или главным инженером шахты. Паспорта выемочных участков, проведения и крепления подземных выработок составляются в соответствии с Инструкцией по составлению паспортов выемочного участка, проведения и крепления подземных выработок.

Противоаварийная защита шахт должна обеспечивать предотвращение возможных аварий, своевременную информацию о появлении признаков аварии и включение всех средств ее локализации и ликвидации.

Расстояние до наиболее удаленных горных выработок строящихся, реконструируемых и действующих шахт должно быть таким, чтобы время выхода людей из этих выработок в случае аварии не превышало времени действия самоспасателя и не составляло более одного часа. Схема горных выработок должна обеспечивать эффективное ведение спасательных работ.

Каждая шахта должна быть оборудована системой оповещения об авариях людей, независимо от того, в каком месте шахты они находятся, средствами поиска застигнутых аварией, а также прямой телефонной и радиосвязью с подразделением ВГСЧ, обслуживающим шахту.

Запрещается спуск в шахту работников, не ознакомленных с планом ликвидации аварий и не знающих той его части, которая относится к месту их работы и путям передвижения.

На работы по ликвидации аварий необходимо посылать только опытных рабочих со стажем работы не менее одного года по соответствующей профессии.

Запрещается выдавать наряды (задания) на работы в места, где имеются нарушения требований Правил безопасности, кроме нарядов по устранению этих нарушений, а также выдавать любые распоряжения и указания, которые могут привести к нарушению правил безопасного ведения работ.

Запрещается находиться или производить работы в подземных выработках, состояние которых представляет опасность для людей, за исключением работ по устранению этих опасностей. Устранение опасностей должно производиться под руководством инженерно-технического работника с принятием мер по безопасности работ. Все такие места работ (выработки) должны быть ограждены соответствующими знаками.

Работы, производимые работниками какого-либо участка (службы) на территории другого участка (службы), а также работы, выполняемые сторонними организациями, должны в обязательном порядке согласовываться с руководителем того участка (службы), на котором они ведутся, и с лицом,

ответственным за работу в данную смену в целом по шахте. Об этом должен быть поставлен в известность горный диспетчер.

Руководящий и инженерно-технический персонал шахты (ИТР) обязаны систематически в разные смены посещать подземные работы. Начальник участка или его заместитель (помощник) обязан посещать каждое рабочее место на участке не менее одного раза в сутки, а сменные инженерно-технические работники участка – не менее одного раза в смену.

Сменный инженерно-технический работник участка обязан немедленно принять меры по устранению нарушений Правил безопасности, замеченных до начала или во время работы. Если устранение нарушений невозможно и они угрожают жизни и здоровью людей, работы должны быть прекращены, люди выведены в безопасное место, о чем должно быть сообщено непосредственному руководителю и горному диспетчеру. Опасные места (зоны) должны быть ограждены запрещающими знаками или постами.

Перед началом работы бригадир, звеньевой и рабочий обязаны проверить свои рабочие места и привести их в безопасное состояние. При этом необходимо удостовериться в соответствии крепления паспорту, нормальном проветривании и газовой обстановке, пылевзрывобезопасности выработок, а также в исправности предохранительных устройств, кабельной сети, ограждений, сигнализации и других средств безопасности.

В течение всей смены бригадир, звеньевой, рабочий должны следить за безопасным состоянием места работы, исправностью обслуживаемого оборудования и приспособлений, средств защиты и контроля.

При обнаружении признаков опасности бригадир, звеньевой, рабочий должны немедленно прекратить работу, предупредить товарищей и уйти в безопасное место, сообщив об этом сменному инженерно-техническому работнику или горному диспетчеру.

При неисправности машин и оборудования (приспособлений) бригадир, звеньевой, рабочий обязаны принять меры по их устранению. Если устранить неисправность своими силами невозможно, необходимо сообщить о ней сменному инженерно-техническому работнику или горному диспетчеру.

По окончании смены (если нет перерыва между сменами) бригадир, звеньевой, рабочий обязаны передать прибывшим на смену свои рабочие места, оборудование и приспособления в безопасном состоянии, а при наличии перерыва между сменами они обязаны сдать свои рабочие места сменному горному мастеру. Сменный горный мастер должен сообщить о состоянии рабочих мест руководителю или ИТР участка, который оформляет наряд на следующую смену.

Инструменты с острыми кромками или лезвиями следует переносить в защитных чехлах или специальных сумках.

Запрещается вести какие-либо работы без предохранительных поясов в стволах, угольных ямах, бункерах, над открытыми или не полностью перекрытыми выработками, у провалов, а также на объектах шахтной поверхности, где имеется опасность падения людей с высоты.

Работникам шахты запрещается нахождение в подземных выработках шахты более двух рабочих смен в сутки подряд.

При остановке работ в шахте запрещается нахождение в ней лиц, не связанных с обеспечением ее жизнедеятельности или ликвидацией аварии. Порядок разовых посещений шахты определяется руководителем предприятия.

На каждой шахте должна действовать система охраны, исключающая доступ посторонних лиц на объекты жизнеобеспечения предприятия, подземные выработки, служебные здания и сооружения. Запрещается без письменного разрешения технического руководителя шахты (кроме аварийных случаев) остановка объектов жизнеобеспечения шахты (электростанции, вентиляторы, подъемы, водоотливы, дегазационные, газоотсасывающие, холодильные и калориферные установки, котельные и др.).

Все несчастные случаи, профессиональные заболевания, а также аварии, в т.ч. и не повлекшие за собой несчастных случаев, подлежат регистрации, расследованию и учету в установленном порядке.

На каждой действующей шахте должно быть не менее двух отдельных выходов на поверхность, приспособленных для передвижения (перевозки) людей. Каждый горизонт шахты должен также иметь не менее двух отдельных выходов на вышележащий (нижележащий) горизонт или поверхность, приспособленных для передвижения (перевозки людей).

Две и более выработки с одним направлением вентиляционной струи, приспособленные для передвижения людей, считаются одним запасным выходом.

Во всех выработках, ведущих к запасным выходам из шахты, через каждые 200 м, а также на разветвлениях этих выработок должны быть установлены выполненные светоотражающей краской указательные знаки с обозначением выработок и направлений к выходам на поверхность.

Работник шахты обязан:

а) знать сигналы аварийного оповещения, правила поведения при авариях и план ликвидации аварий в соответствии со своим рабочим местом, запасные выходы, места расположения средств самоспасения и противоаварийной защиты и уметь пользоваться ими;

б) уметь пользоваться средствами коллективной и индивидуальной защиты;

в) знать и выполнять требования технических документов и нормативных актов по охране труда, касающиеся его профессии;

г) соблюдать требования по охране труда и промышленной безопасности, предусмотренные трудовым (коллективным) договором (соглашением), правилами внутреннего трудового распорядка предприятия, настоящими Правилами, в части, касающейся его трудовой деятельности;

д) знать руководства (инструкции) по эксплуатации машин, оборудования и изделий в пределах своей профессии (должности) и обслуживаемого им рабочего места;

е) проходить медосмотр, обучение, инструктажи и проверку знаний правил, норм и инструкций по безопасности труда;

ж) принимать меры по устранению опасных производственных ситуаций;

з) при необходимости оказывать помощь пострадавшим при несчастных случаях;

и) сообщать об опасностях непосредственному руководителю работ или горному диспетчеру;

к) сотрудничать с руководством шахты и инженерно-техническими работниками в обеспечении безопасных и здоровых условий труда.

Работнику запрещается самовольно выполнять работы, не относящиеся к полученному наряду (заданию) и его обязанностям, за исключением случаев, когда такие работы необходимо выполнять, чтобы предотвратить вероятную аварию или угрозу здоровью или жизни людей.

Запрещается курить и пользоваться открытым огнем в подземных выработках, надшахтных зданиях, помещениях ламповых и сортировок, на поверхности шахты ближе 30 м от диффузора вентилятора и зданий дегазационных установок, у устьев выработок, выходящих на земную поверхность.

Запрещается спать, распивать алкогольные напитки, принимать наркотические или токсические вещества, а также появляться и находиться в нетрезвом состоянии или под действием указанных веществ в подземных выработках, производственных помещениях и на всей территории шахты.

Запрещается доставлять курительные принадлежности, алкогольные напитки, наркотические или токсические вещества в подземные выработки.

В рабочие дни в тупиковые и отдаленные от рабочих мест выработки, а в нерабочие для шахт дни и смены в любые выработки разрешается посылать одновременно не менее двух опытных рабочих, имеющих стаж работы по профессии более шести месяцев.

## **2.1. Требования к руководителям и специалистам шахты**

Директором и главным инженером шахты может назначаться специалист, имеющий высшее горнотехническое образование и стаж работы на руководящих и инженерно-технических должностях на шахтах не менее 5 лет.

На должности главных инженеров шахт, отрабатывающих выбросоопасные пласты, должны назначаться специалисты, имеющие опыт работы на руководящих и инженерно-технических должностях на подземных работах таких шахт не менее 3 лет из указанных пяти.

К техническому руководству работами в шахте допускаются работники, имеющие высшее или среднее горнотехническое образование.

К техническому руководству горными и взрывными работами в шахте допускаются инженерно-технические работники в соответствии с Указаниями о порядке допуска к руководству горными и взрывными работами на предприятиях, в организациях и на объектах, подконтрольных Ростехнадзору.

Руководитель службы охраны труда и техники безопасности на шахте должен иметь высшее горнотехническое образование и стаж руководящей работы на шахте не менее 3 лет.

На должности горных диспетчеров шахт могут назначаться лица, имеющие высшее или среднее горнотехническое образование и стаж работы, связанной с руководством горными работами в шахте, не менее 3 лет.

Горный диспетчер должен периодически посещать подземные работы, знать все горные выработки и планы горных работ.

Директора и главные инженеры и их заместители по охране труда и технике безопасности, главные механики, главные энергетики, главные технологи, начальники участков ВТБ, буровзрывных работ, дегазации, профилактических работ по технике безопасности могут быть назначены на должность только после обучения по охране труда и аттестации в институте безопасности или в головном институте повышения квалификации, а горные диспетчеры, инженерно-технические работники, которые могут быть ответственными руководителями по ликвидации аварий, начальники участков (очистных, подготовительных, ремонтно-восстановительных, монтажных, шахтного транспорта) – в институтах безопасности или учебных учреждениях, имеющих соответствующую лицензию Ростехнадзора.

Обучение проводится по программам, согласованным с Ростехнадзором. В программы обучения главных инженеров шахт, горных диспетчеров и других инженерно-технических работников, которые могут быть ответственными руководителями работ по ликвидации аварий, должны включаться вопро-

сы по организации и методам ведения работ по ликвидации аварий в шахтах. Порядок обучения и аттестации определяется Положением об обучении и аттестации специалистов шахт, назначаемых на руководящие должности.

Начальниками участков ВТБ могут быть лица, имеющие высшее горнотехническое образование и стаж подземной работы на шахтах не менее 1 года. На шахтах III категории, сверхкатегорных и опасных по внезапным выбросам начальники ВТБ должны иметь стаж подземной работы на газовых шахтах не менее 3 лет.

Заместителями начальников участка ВТБ на шахтах III категории и выше могут быть специалисты, имеющие высшее горнотехническое образование, а на шахтах не выше II категории – лица с высшим или средним горнотехническим образованием.

Запрещается начальникам участков ВТБ, их заместителям и помощникам, а также горным мастерам участков ВТБ совмещать основную с другими работами или поручать им выполнение работ, не предусмотренных Положением об участке вентиляции и техники безопасности (ВТБ) шахты.

## **2.2. Причины несчастных случаев**

Причиной несчастного случая называется явление или процесс, вызвавший травму.

Причина дает ответ на вопрос: "Почему произошел несчастный случай?".

Как правило, можно выделить главную и второстепенную причину.

Причины несчастных случаев подразделяются на две группы:

- 1) объективные;
- 2) субъективные.

К объективным относятся:

– организационные причины, вызванные недостатком в обучении, инструктаже, отсутствии инструкций и предупредительных надписей, неправильной организацией рабочих мест, контроля и профилактики. Также к ним относятся отсутствие, неисправность, неприменение или неправильное применение средств индивидуальной защиты.

– технические причины, зависящие от "несовершенства" технологических процессов, конструктивных недостатков и технического состояния оборудования, зданий и сооружений, инструмента и средств коллективной и индивидуальной защиты, несоблюдение сроков ремонта, неблагоприятные метеоусловия, шум, вибрация, запыленность, загазованность.

Субъективными причинами являются личностные (психологические и психофизиологические) причины, приводящие к ошибочным действиям

человека. Это высокая тяжесть и напряженность трудового процесса, повышенная утомляемость, невнимательность, монотонность, несоответствие характера человека и выполняемой им работы.

Впрочем, в любом случае основным виновником происшествия оказывается человек, поскольку именно он "чего-то не сделал" или "сделал не то". Вместе с тем, формальное разделение причин на технические, организационные и личностные позволяет выявить причины происшедшего несчастного случая и принять необходимые меры по исправлению ситуации.

Примерно третья часть всех смертельных несчастных случаев происходит вследствие обрушений в действующих выработках (табл. 2.1). Объясняется это тем, что подрабатываемый выработками горный массив создает на кровлю выработок большое давление, вызываемое действием силы тяжести. При несоответствии прочности крепи этому давлению последняя разрушается и происходит обрушение пород кровли. Причиной разрушения крепи обычно является ее старение и несвоевременный ремонт. Крепь может разрушиться также в результате скрытых дефектов в ее элементах, несоответствия ее паспорта горно-геологическим условиям. Последнее, в свою очередь, может быть следствием неточного знания геологических условий и, в частности, горного давления.

Таблица 2.1

### Основные причины несчастных случаев в шахтах

Причины несчастных случаев	Средний удельный вес причины в общем смертельном травматизме, %
Обрушения выработок	35
Воздействия транспортных средств	25
Воздействия прочих машин и механизмов	10
Взрывы газа и пыли (угольные шахты)	5

Травмирование на транспорте является второй по значимости причиной несчастных случаев в шахтах. На нее приходится в среднем одна четвертая часть всех смертельных случаев в шахтах. Большое значение этого фактора прежде всего объясняется распространением транспорта практически по всем подземным выработкам (регулярный транспорт составляет половину). Второй причиной является большая стесненность транспортных выработок. Предписываемые правилами безопасности зазоры между габаритами вагонеток (локомотивов) и крепью (эти зазоры обеспечивают возможность разминуться человеку с движущимся транспортным средством) минималь-

ны. Но и они не выдерживаются в результате деформаций крепи и ее несвоевременного ремонта. Следует назвать и еще одну важную причину травматизма на транспорте – временный характер многих транспортных путей в шахте. Это, в свою очередь, вызывается постоянным перемещением рабочих мест в пространстве, вводом новых и погашением старых выработок.

Травматизм от воздействия машин и механизмов (кроме транспортных) связан с их чисто механическим воздействием на людей, а также с поражением электрическим током, с инициированием воспламенения окружающей среды и некоторыми другими причинами. Механическое воздействие – основная причина травматизма, связанного с машинами и механизмами. Оно обусловлено прежде всего стесненностью рабочего пространства у машин и механизмов, а также невозможностью укрытия всех движущихся частей машин и механизмов (например, исполнительных и погрузочных органов). Определенное значение имеют аварии машин и механизмов, при которых последние становятся полностью или частично неуправляемыми, что существенно повышает их опасность для окружающих. Во многих случаях причинами травм является профилактическое обслуживание или ремонт машин и механизмов, находящихся в рабочем состоянии (например, смазка, осмотр движущихся частей и др.).

Четвертое место по значимости среди причин травматизма (на угольных шахтах) принадлежит взрывам газа (метана) и пыли (около 5%). Следует, однако, отметить, что в последние годы значимость этой причины резко возросла. Так, в 1993 г. смертельный травматизм от взрывов метана и угольной пыли составил 20%, в 1995 г. он приблизился к 40%. Это объясняется в основном снижением производственной дисциплины, а также ухудшением общего состояния отечественных шахт.

Весьма опасными факторами горного производства являются взрывные работы и электрический ток. Однако удельный вес их в травматизме традиционно невелик (несколько процентов от общего смертельного травматизма). Объясняется такое положение большим вниманием, уделяемым защите от действия этих факторов. Обеспечение безопасности при использовании взрывчатых материалов и электрического тока в шахтах достигается целой системой специальных мероприятий. В части использования ВМ – требование к свойствам ВМ, к их хранению и перевозке, безопасные способы обращения при подготовке ВМ к взрыванию, безопасная организация взрывных работ. В части применения электрического тока в систему защиты входит изоляция токоведущих частей, недоступность прикосновения к неизолированным токоведущим частям, система заземления и отключения, ограничение величины применяемого напряжения в шахтах, индивидуальные

защитные средства. Более подробно эти системы рассматриваются в соответствующих разделах настоящего учебника. Неисправность в отдельных элементах отмеченных систем или их неполнота существенно повышают опасность действия рассматриваемых факторов.

К прочим причинам травматизма в шахтах относят прорывы воды и пульпы (угольные шахты), внезапные выбросы пород и газа и горные удары (угольные шахты), падения с высоты (рудные шахты), отравления (рудные шахты), пожары. Удельный вес каждой из этих причин в травматизме невелик и не превышает нескольких процентов. Однако их значение заключается прежде всего в том, что действие этих факторов часто приводит к авариям и катастрофам, при которых подвергается опасности и гибнет значительное число людей (так называемые "групповые несчастные случаи").

### **2.3. Основные принципы защиты от опасных и вредных производственных факторов**

Общие принципы технического (научно-естественного) и организационного обеспечения безопасности труда основаны на том бесспорном факте, что, несмотря на обилие опасностей, их можно предвидеть и предотвратить.

На протяжении веков безопасность человека на уровне организма обеспечивалась инстинктом самосохранения. Однако для современного производства и современной жизни одного инстинкта самосохранения явно недостаточно, необходимо защищаться от опасностей технических плодов человеческого разума всей мощью этого же разума.

Опыт показывает, что общей причиной всех производственных травм и профессиональных заболеваний является непосредственный контакт с материальным носителем опасности.

Поэтому основным и наиболее общим принципом технического обеспечения безопасности труда является приведение характера производственной деятельности в соответствие с природой человека и его естественной среды обитания.

Реализация этого принципа состоит:

- либо в создании новых безопасных и безотходных технологий, учитывающих "природу" человеческого организма,
- либо в такой же модернизации существующих технологий,
- либо (для принципиально неизменяемых или несменяемых технологий) – в выведении человека из процесса производства и его изоляции от опасностей техносферы, например, при роботизации производства и его полной автоматизации.

Другим основным и достаточно общим принципом обеспечения безопасности является предотвращение возможного физического контакта опасного или вредного производственного фактора с работником, который состоит в пространственном и (или) временном разделении рабочей зоны (или работника) и "зоны опасности", что достигается средствами:

- дистанционного управления,
- автоматизации,
- роботизации,
- рациональной организации труда,
- коллективной и индивидуальной защиты.

Поскольку абсолютной безопасности на производстве в принципе не бывает и быть не может, то каждый работник должен быть готов к активному противодействию опасностям и к оказанию первой помощи пострадавшему. Заметим, что действия работников в условиях аварийной ситуации и непосредственно после возникновения несчастного случая должны быть продуманы и "организованы" заранее, что и находит отражение в специальных пунктах инструкций по охране труда для работников. Подчеркнем, что в аварийных ситуациях, как правило, оказываются необходимы соответствующие средства индивидуальной защиты.

## 2.4. Основные виды средств коллективной защиты

Средства коллективной защиты (СКЗ) – средства, используемые для предотвращения или уменьшения воздействия на двух и более работников вредных и (или) опасных производственных факторов.

В зависимости от назначения СКЗ подразделяют на классы:

- средства нормализации воздушной среды *производственных помещений и рабочих мест* (от повышенного или пониженного барометрического давления и его резкого изменения, повышенной или пониженной влажности воздуха, повышенной или пониженной *ионизации воздуха*, повышенной или пониженной концентрации кислорода в воздухе, повышенной концентрации вредных *аэрозолей* в воздухе);
- средства нормализации *освещения* производственных помещений и рабочих мест (пониженной *яркости*, отсутствия или недостатка естественного света, пониженной видимости, дискомфортной или слепящей *блёскости*, повышенной пульсации светового потока, пониженного *индекса цветопередачи*);
- средства защиты от повышенного уровня ионизирующих излучений;
- средства защиты от повышенного уровня инфракрасных излучений;
- средства защиты от повышенного или пониженного уровня ультрафиолетовых излучений;

- средства защиты от повышенного уровня электромагнитных излучений;
- средства защиты от повышенной напряженности магнитных и электрических полей;
- средства защиты от повышенного уровня лазерного излучения;
- средства защиты от повышенного уровня шума;
- средства защиты от повышенного уровня вибрации (общей и локальной);
- средства защиты от повышенного уровня ультразвука;
- средства защиты от повышенного уровня инфразвуковых колебаний;
- средства защиты от поражения электрическим током;
- средства защиты от повышенного уровня статического электричества;
- средства защиты от повышенных или пониженных температур поверхностей оборудования, материалов, заготовок;
- средства защиты от повышенных или пониженных температур воздуха и температурных перепадов;
- средства защиты от воздействия механических факторов (движущихся машин и механизмов; подвижных частей производственного оборудования и инструментов; перемещающихся изделий, заготовок, материалов; нарушения целостности конструкций; обрушивающихся горных пород; сыпучих материалов; падающих с высоты предметов; острых кромок и шероховатостей поверхностей заготовок, инструментов и оборудования; острых углов);
- средства защиты от воздействия химических факторов;
- средства защиты от воздействия биологических факторов;
- средства защиты от падения с высоты.

Средства нормализации воздушной среды производственных помещений и рабочих мест включают: устройства для поддержания нормируемой величины барометрического давления; *вентиляции* и очистки воздуха; *кондиционирования воздуха*; локализации вредных факторов; отопления; автоматического контроля и сигнализации; дезодорации воздуха.

Средства нормализации освещения производственных помещений и рабочих мест включают: источники света; осветительные приборы; *световые проемы*; светозащитные устройства; светофильтры.

Средства защиты от повышенного уровня ионизирующих излучений включают: *оградительные устройства*; предупредительные устройства; герметизирующие устройства; защитные покрытия; устройства улавливания и очистки воздуха и жидкостей; средства *дезактивации*; устройства автоматического контроля; устройства дистанционного управления; средства защиты при транспортировании и временном хранении *радиоактивных веществ*; *знаки безопасности*; емкости для *радиоактивных отходов*.

Средства защиты от повышенного уровня инфракрасных излучений включают устройства: оградительные; герметизирующие; теплоизолирующие; вентиляционные; автоматического контроля и сигнализации; дистанционного управления; знаки безопасности.

Средства защиты от повышенного или пониженного уровня ультрафиолетовых излучений включают устройства: оградительные; для вентиляции воздуха; автоматического контроля и сигнализации; дистанционного управления; знаки безопасности.

Средства защиты от повышенного уровня электромагнитных излучений включают: оградительные устройства; защитные покрытия; герметизирующие устройства; устройства автоматического контроля и сигнализации; устройства дистанционного управления; знаки безопасности.

Средства защиты от повышенной напряженности магнитных и электрических полей включают: оградительные устройства; устройства *защитного заземления*; изолирующие устройства и покрытия; знаки безопасности.

Средства защиты от повышенного уровня лазерного излучения включают: оградительные устройства; предохранительные устройства; устройства автоматического контроля и сигнализации; устройства дистанционного управления; знаки безопасности.

Средства защиты от повышенного уровня шума включают устройства: оградительные; звукоизолирующие, звукопоглощающие; глушители шума; автоматического контроля и сигнализации; дистанционного управления.

Средства защиты от повышенного уровня вибрации включают устройства: оградительные; виброизолирующие, виброгасящие и вибропоглощающие; автоматического контроля и сигнализации; дистанционного управления.

Средства защиты от повышенного уровня ультразвука включают устройства: оградительные; звукоизолирующие, звукопоглощающие; автоматического контроля и сигнализации; дистанционного управления.

Средства защиты от повышенного уровня инфразвуковых колебаний включают: оградительные устройства; знаки безопасности.

Средства защиты от поражения электрическим током включают: оградительные устройства; устройства автоматического контроля и сигнализации; изолирующие устройства и покрытия; устройства защитного заземления и *зануления*; устройства автоматического отключения; устройства *выравнивания потенциалов* и понижения напряжения; устройства дистанционного управления; предохранительные устройства; *молниеотводы* и разрядники; знаки безопасности.

Средства защиты от повышенного уровня статического электричества включают: *заземляющие устройства*; *нейтрализаторы*; увлажняющие устройства; антиэлектростатические вещества; экранизирующие устройства.

Средства защиты от пониженных или повышенных температур поверхностей оборудования, материалов и заготовок включают устройства: оградительные; автоматического контроля и сигнализации; термоизолирующие; дистанционного управления.

Средства защиты от повышенных или пониженных температур воздуха и температурных перепадов включают устройства: оградительные; автоматического контроля и сигнализации; термоизолирующие; дистанционного управления; для обогрева и охлаждения.

Средства защиты от воздействия механических факторов включают устройства: оградительные; автоматического контроля и сигнализации; предохранительные; дистанционного управления; тормозные; знаки безопасности.

Средства защиты от воздействия химических факторов включают устройства: оградительные; автоматического контроля и сигнализации; герметизирующие; для вентиляции и очистки воздуха; для удаления токсичных веществ; дистанционного управления; знаки безопасности.

Средства защиты от воздействия биологических факторов включают: оборудование и препараты для дезинфекции, дезинсекции, стерилизации, дератизации; оградительные устройства; герметизирующие устройства; устройства для вентиляции и очистки воздуха; знаки безопасности.

К средствам защиты от падения с высоты относятся: ограждения; защитные сетки; знаки безопасности.

## **2.5. Порядок приема в эксплуатацию новых и реконструируемых производств**

Вновь построенные или реконструированные карьеры, разрезы, драги, прииски, а также отдельные промышленные объекты и сооружения, вводимые в работу на действующих предприятиях (организациях), должны приниматься в установленном порядке комиссией с участием представителей органов Ростехнадзора.

Это требование не распространяется на объекты, систематическое перемещение которых связано с технологией ведения горных работ (передвижные железнодорожные пути, линии электропередачи, контактные сети, водоотливные установки, трубопроводы и др.).

В процессе приемки в эксплуатацию объекта открытых горных работ проверяются соответствие объекта проектной документации, готовность организации к его эксплуатации и к действиям по локализации и ликвидации последствий аварии.

Прием в эксплуатацию новых, реконструируемых шахт (рудников) и горизонтов, а также особо важных объектов (стволов, штолен, подъемных,

дробильных, проходческих и очистных комплексов, выемочных единиц, подстанций) должен производиться в установленном порядке комиссией с участием представителей органов Ростехнадзора, Роспотребнадзора и ВГСЧ.

На действующих шахтах прием в эксплуатацию выемочных участков подготовительных выработок общешахтного назначения и очистных забоев (в том числе и после подготовки и повторной нарезки), а также при внедрении новой технологии производится комиссией, назначенной директором шахты, с участием представителей Госгортехнадзора, Госсаннадзора и ВГСЧ.

Запрещается прием в эксплуатацию новых, реконструируемых шахт (рудников), приисков, горизонтов и других объектов, имеющих отступления от правил безопасности и технического проекта.

В процессе приемки в эксплуатацию шахт проверяются: соответствие проектной документации, готовность организации к эксплуатации опасного производственного объекта и к действиям по локализации и ликвидации последствий аварии. Объекты должны приниматься в эксплуатацию в установленном порядке с участием представителей территориальных органов Госгортехнадзора России.

## **2.6. Документы по технике безопасности на предприятии**

Подземные горные работы относятся к разряду особо опасных производств. Основное требование обеспечения безопасности на таких производствах – глубокое осмысление условий безопасности. Выполнение этого требования влечет за собой большой объем работ по обоснованию и формулированию мероприятий безопасности. Результаты этих работ оформляются в виде специальных документов, хранящихся на шахте. Оформление решений по безопасности в виде документов способствует повышению ответственности разработчиков и, следовательно, обеспечивает более глубокую проработку вопросов безопасности. В документах можно достичь максимальной четкости формулировок, не допускающей их неоднозначного толкования. Документы обеспечивают многократный доступ к материалам. Изложение требований безопасности в устной форме лишено отмеченных особенностей и поэтому, как правило, не применяется. Исключения могут составлять распоряжения, дублирующие требования, изложенные в документах, или отдаваемые в экстремальных условиях.

Прежде всего на шахте должны находиться правила безопасности (ПБ) ведения горных работ в шахтах данной отрасли. Эти правила предназначены

для всех шахт отрасли, в том числе, следовательно, и для каждой конкретной шахты. К ПБ должны быть приложены все инструкции, ссылки на которые приводятся в правилах. Весьма желательно иметь также комментарии к ПБ, справочную литературу, а также соответствующий вузовский учебник, где можно найти объяснения многим требованиям ПБ.

ПБ и инструкции к ним предназначены для административно-технических работников и других должностных лиц шахт. Обязанности по технике безопасности и производственной санитарии инженерно-технических работников шахт и производственных объединений включаются в должностные инструкции этих лиц.

Для рабочих шахт основными регулирующими документами в области безопасности являются инструкции по охране труда. Такие инструкции разрабатываются по профессиям и бывают типовыми, утверждаемыми министерством (ведомством) и отраслевым профсоюзом, и местными, которые разрабатываются и утверждаются администрацией предприятия и его профсоюзным комитетом. В инструкциях устанавливаются правила выполнения работ рабочими и их поведения в шахте, производственных помещениях и на строительных площадках.

Залогом безопасности является планомерная и безаварийная работа. Условием такой работы является хорошее знание геологии месторождения и планирование горных работ. Поэтому на каждой шахте должна быть утвержденная в установленном порядке проектно-сметная маркшейдерская и геологическая документация, а также утвержденные планы развития горных работ, проектно-технологическая документация на производство взрывных и других видов работ.

Строительству шахты предшествует большая проектная работа, которая оформляется в виде проекта строительства шахты. Кроме строительных и технологических решений в проекте излагаются решения в области охраны труда. Отдельный раздел посвящен проекту вентиляции шахты. По отдельным проектам осуществляют подготовку горизонтов, блоков, панелей, капитальный ремонт стволов и установку стационарного оборудования.

Эксплуатацию выемочных участков, проведение и капитальный ремонт выработок (кроме стволов) осуществляют по паспортам соответствующих работ, в которых приводятся необходимые горно-геологические сведения, данные о креплении, оборудовании и его размещении, управлении кровлей, график организации работ, энергоснабжении и транспорте. Специально излагаются мероприятия по охране труда: схемы вентиляции, схемы и мероприятия по охлаждению воздуха, дегазации, предотвращению внезапных выбросов угля, породы и газа, предупреждению самовозгорания полезного ископаемого, схемы и параметры пожарно-оросительной сети и противо-

пылевых мероприятий, специальные мероприятия по борьбе с суфлярами, прорывами воды, глин, пльвунов, а также правила поведения людей в аварийных ситуациях в соответствии с планом ликвидации аварий.

Установку механизмов производят по схемам установки.

Паспорта и схемы утверждаются руководством шахты. Указанные выше документы предназначены преимущественно для нормальной работы шахты. Мероприятия, выполнение которых требуется в случае возникновения в шахте аварии (пожар, взрыв газа и др.), содержатся в документе, называемом "План ликвидации аварий". С планом ликвидации аварий должны быть ознакомлены все работающие на шахте. План ликвидации аварий разрабатывается главным инженером шахты и командиром обслуживающего шахту взвода военизированной горноспасательной части при непосредственном участии инженерных служб шахты и начальника участка вентиляции и техники безопасности и утверждается техническим директором производственного объединения.

Кроме перечисленных выше документов общего характера на шахте должны находиться специальные документы по вентиляции. Это прежде всего проект вентиляции шахты, вновь вводимых в эксплуатацию пластов, горизонтов, блоков, залежей, забоев. Это также схемы вентиляции шахты и отчеты по депрессионным съемкам шахты.

Если на шахте проводится дегазация, то должен быть проект выполнения соответствующих работ.

Излагаемые в перечисленных документах мероприятия являются обязательными для должностных лиц шахты. Однако в них не могут быть предусмотрены все возможные условия работы шахт. Последние могут потребовать внесения в руководящие документы дополнений и изменений. Все дополнения и изменения должны быть обоснованы, утверждены в установленном порядке и храниться на шахте.

Перечисленные выше документы являются основой для планирования работ по технике безопасности. Для этого на каждой шахте составляются комплексные планы улучшения условий, охраны труда и санитарно-оздоровительных мероприятий на пятилетие и на один год. В эти планы включаются типовые номенклатурные мероприятия по охране труда, а также мероприятия, учитывающие специфику шахты.

## **2.7. Выходы из горных выработок**

Учитывая практически полную оторванность работ в шахте от земной поверхности и высокую опасность их, необходимо предусмотреть пути выхода людей в безопасные места в случае аварийных ситуаций, а также пути,

по которым им может быть оказана помощь. Выполнение этой задачи требует создания связи горных выработок с поверхностью и между собой. Эта связь должна удовлетворять двум основным требованиям:

1) должна быть надежной;

2) должна обеспечить возможность требуемой вентиляции шахты. Вентиляция, как известно, является единственным способом коллективной защиты работающих в шахте.

Выполнение указанных требований обеспечивают устройством не менее двух независимых связей шахты с поверхностью и отдельных регионов шахты между собой.

Вообще говоря, для обеспечения выхода людей с аварийного участка и оказания им помощи можно было бы иметь лишь одну связь (выработку) между аварийным участком и соседними с ним регионами шахты (или между шахтой и поверхностью). Однако такая связь, во-первых, не будет достаточно надежной, поскольку горные выработки и находящиеся в них средства механической перевозки и пешего передвижения людей (лестницы и т.д.) сами могут оказаться в аварийном состоянии, что затруднит или сделает невозможным передвижение людей. Наличие второй, параллельной связи практически устраняет эту опасность. Во-вторых, одиночная связь не позволяет организовать сквозное движение воздуха по выработкам, для которого нужно иметь по крайней мере один вход и один выход для воздуха. В то же время только сквозная вентиляция может обеспечить выработки необходимым количеством воздуха, т.е. надлежащую коллективную защиту людей.

Поскольку отмеченные связи обеспечивают выход людей с аварийных участков, они по горной терминологии называются выходами (выходы из шахты, с горизонта, из очистного забоя и др.).

Все выходы подразделяются на главные и запасные (дополнительные). Главные выходы обеспечивают передвижение людей при нормальной работе шахты. Запасными выходами являются выработки, по которым осуществляют передвижение людей, когда невозможно использовать для этих целей главные выходы (аварии, загазирование при пожаре и т.п.).

Рассмотрим основные требования, предъявляемые к устройству выходов.

Прежде всего, следует отметить, что две выработки (или несколько) можно рассматривать как отдельные выходы, если они функционируют независимо друг от друга. Для этого они должны быть прежде всего достаточно разнесены в пространстве. Опыт показывает, что независимое функционирование двух выходов в горных условиях возможно лишь в случаях, если расстояние между ними не менее 30 м. При меньшем расстоянии не исключены случаи, когда аварийные ситуации могут охватить сразу оба выхода.

Выходы должны обеспечивать возможность передвижения по ним людей – не должны быть загромождены. Должны иметь сходни, перила, лестницы, в необходимых случаях – механические подъемы.

На рабочих местах и путях следования людей в шахте, особенно к запасным выходам из шахты, должны размещаться знаки с обозначением выработок, наименованиями пластов, крыльев и участков и указанием направления к выходам на поверхность.

**Выходы из шахты.** Из каждой шахты должно быть не менее двух выходов на поверхность, приспособленных для передвижения людей.

При разработке месторождения шурфами подземные выработки могут не иметь второго выхода, если забои проходимых горных выработок удалены от шурфа не более чем на 50 м и на подземных работах занято не более пяти человек в смену.

При строительстве шахты после проведения вскрывающих выработок, которые будут служить выходами из шахты, их прежде всего сбивают между собой и оборудуют для передвижения людей. Это дает возможность сразу использовать их в качестве выходов из шахты, а также организовать сквозную вентиляцию горных выработок с помощью главных вентиляторных установок, обеспечивая тем самым горные работы необходимым количеством воздуха.

Вертикальный ствол, служащий в качестве выхода на поверхность, должен быть оборудован клетевой подъемной установкой и лестничным отделением (в стволах глубиной более 500 м лестничные отделения могут отсутствовать, если в обоих стволах имеется по две подъемные установки с независимым подводом энергии).

Если двумя выходами из шахты служат наклонные стволы, то в одном из них или в обоих – в зависимости от разности отметок начала и конца выработок – должна быть оборудована механизированная перевозка людей.

В ряде случаев на шахтах, кроме главных, могут иметь место и дополнительные выходы без постоянного обслуживания. Каждый из таких выходов должен быть оборудован средствами для передвижения людей (перила, сходни, лестницы в наклонных выработках, лестницы или вспомогательный подъем в вертикальных выработках) и охранной сигнализацией (или запорами, свободно открывающимися изнутри и специальным ключом снаружи).

**Выходы с горизонтов.** Каждый горизонт (рабочий блок, камера) должен иметь не менее двух выходов на вышележащий горизонт или на поверхность. На пологих и наклонных пластах такими выходами могут служить капитальные (панельные) бремсберги (уклоны) с ходками при них.

Для передвижения людей проходят ходки параллельно бремсбергам (уклонам). Передвижение людей по бремсбергам (уклонам) запрещено, если последние оборудованы рельсовым транспортом. Это объясняется высокой опасностью рельсового транспорта в наклонных выработках.

При отсутствии ходков эксплуатационные работы в бремсберговых и уклонных полях запрещаются. Использовать бремсберги (уклоны) для передвижения людей можно лишь в случае аварии в ходке. При этом должны быть приняты меры, обеспечивающие безопасность передвижения людей.

При разности отметок начала и конца ходка, равной 25 м на угольных шахтах и 40 м на рудных, в ходках оборудуют механические подъемы для людей. На случай аварии подъема в ходках устанавливают сходни (лестницы) и перила.

На крутых пластах выходами с горизонтов служат главные выходы – два ствола, пройденные до рабочего горизонта.

Следует иметь в виду, что две и более сближенные выработки – два ствола, бремсберг (уклон) и ходок при нем – считаются одним выходом, если направление движения воздуха в них одинаковое.

Это объясняется тем, что в вентиляционном отношении такие выработки ведут себя как одна выработка. Например, в случае реверсирования вентиляции направление движения воздуха в обеих таких выработках изменяется одновременно и воспользоваться ими для выхода при этом в ряде случаев будет невозможно.

Если бремсберг (уклон) и ходок при нем имеют одинаковое направление движения воздуха, то вторым выходом с горизонта может служить лава.

**Выходы из очистных выработок.** По изложенным выше соображениям из каждой очистной выработки должно быть не менее двух выходов.

На угольных шахтах один из выходов должен быть на откаточный штрек, второй – на вентиляционный. На крутых, крутонаклонных и наклонных пластах, когда отбитый уголь транспортируется вдоль лавы самотеком, существует опасность перекрытия нижнего выхода из лавы углем. В таких условиях на откаточный штрек должно быть не менее двух выходов, не используемых для спуска угля, причем один из выходов должен быть впереди очистного забоя.

При комбайновой выемке угля на крутых пластах без оставления магазинных уступов оборудуют второй (дополнительный) выход на откаточный штрек со стороны выработанного пространства.

Если последовательно проветривается несколько лав на пластах мощностью 1 м и менее, то выход на откаточный или вентиляционный горизонт по лавам затруднителен ввиду малой высоты их рабочего пространства. Поэто-

му в таких случаях из каждой лавы должен быть выход на эти горизонты через свои промежуточные штреки, соединяющиеся с ходком, пройденным на всю высоту этажа (т.е. соединяющим откаточный и вентиляционный горизонты) и оборудованным для передвижения людей.

На рудных и нерудных шахтах из очистных выработок (рабочие блоки, камеры, лавы) могут быть выходы непосредственно на поверхность или на рабочие горизонты: один – на откаточный (нижний), другой – на вентиляционный (верхний) горизонты.

Все выработки, служащие выходами, должны находиться в исправном состоянии, пригодном для передвижения людей, в том числе горноспасателей в респираторах. Невозможность прохождения по ним горноспасателей в боевом оснащении может существенно затруднить оказание помощи застигнутым аварией в шахте людям.

Очень важно знать пути выхода из шахты. Обычно работающие хорошо знают главные выходы, которыми пользуются ежедневно, и хуже – запасные. В то же время практика показывает, что незнание запасных выходов может привести к несчастным случаям при авариях. Необходимость знать пути выхода из шахты требует обязательного ознакомления с ними всех поступающих на шахту. Для этого инженерно-технические работники шахты проводят их по основным выработкам и запасным выходам из шахты.

Повторное ознакомление с запасными выходами производится через каждые 6 мес., а при их изменении или переводе работника на другой участок – в течение суток (на рудных и нерудных шахтах – немедленно).

Каждое ознакомление с выходами должно фиксироваться в "Книге инструктажа по безопасности работ", что усиливает ответственность за выполнение этого мероприятия.

## **2.8. Учет спуска и подъема людей**

Шахта – предприятие высокой опасности. Бесконтрольное нахождение в ней людей затрудняет обеспечение их безопасности и поэтому запрещено. В шахте могут находиться лишь лица, получившие наряд на выполнение определенных работ или допущенные в шахту по разрешению ее руководства (научные работники и др.).

Спускающийся в шахту должен быть одет в соответствующую спецодежду, иметь защитную каску, индивидуальный светильник и самоспасатель.

Учет спуска и подъема людей на шахте обязателен. Он важен прежде всего для своевременного оказания помощи горнорабочим в необходимых случаях.

Учет спуска и подъема людей необходим также для определения отработанного рабочего времени каждым трудящимся.

При учете спуска (подъема) регистрируется фамилия работающего, время спуска, место его работы в шахте, время выезда из шахты, а также другие необходимые сведения (например, для командированных – место их постоянной работы, фамилия сопровождающего и др.).

Учет спускающихся осуществляется в книге нарядов, у горного диспетчера, в ламповой (табельной).

Если работающий не выехал из шахты в установленное время, диспетчер выясняет причину задержки и при необходимости организует его поиск.

Существует несколько систем учета спуска (подъема) работающих. Наиболее распространенная из них – жетонная система, которая осуществляет учет местонахождения работающего. Каждый рабочий получает специальные жетоны, которые должен сдавать специальным должностным лицам при получении светильника и самоспасателя, перед посадкой в клеть и при выезде из шахты.

В настоящее время все шире внедряются автоматизированные системы учета, при которых специальные считывающие устройства отмечают вход и выход работающего из шахты, а управляющая вычислительная машина производит обработку поступающей информации.

При аварийных ситуациях, охватывающих значительные части шахты и представляющих угрозу для многих работающих (пожары, взрывы, неконтролируемые массовые обрушения, нарушения вентиляции и т.п.), доступ в шахту немедленно прекращается. Организуется учет оставшихся в шахте людей. Все входы (выходы) в шахту берут под охрану специальные посты, организующие точный учет движения людей. Лицам, занятым на ликвидации аварии, при необходимости спуска в шахту выдаются специальные пропуска. Особенно тщательно контролируется движение людей на аварийном участке. Вывод застигнутых аварией в шахте людей и маршруты следования горноспасателей определяются планом ликвидации аварий шахты.

## **2.9. Дополнительные требования для рудников**

Рабочие, занятые на работах, выполнение которых предусматривает совмещение профессий, должны быть обучены безопасности труда и проинструктированы по всем видам совмещенных работ.

При изменении характера работы, а также после несчастных случаев, аварий или грубых нарушений Правил безопасности проводится внеплановый инструктаж.

Все вновь поступившие подземные рабочие должны быть ознакомлены с главными и запасными выходами из шахты на поверхность путем непосредственного прохода от места работы по выработкам и запасным выходам

в сопровождении лиц технического надзора. Повторные ознакомления всех рабочих с запасными выходами проводятся лицами технического надзора через каждые 6 месяцев, а при изменении запасных выходов – в течение суток. Результаты заносятся в специальный журнал.

Организации, занятые разработкой месторождений полезных ископаемых подземным способом, обязаны организовать и осуществлять производственный контроль за соблюдением требований промышленной безопасности, являющийся составной частью системы управления промышленной безопасностью, в соответствии с требованиями "Правил организации и осуществления производственного контроля за соблюдением требований промышленной безопасности на опасном производственном объекте", утвержденных Постановлением Правительства Российской Федерации от 10.03.1999 N 263 (Собрание законодательства Российской Федерации, 1999, N 11, ст. 1305).

Руководитель организации, эксплуатирующий шахту, обязан обеспечить безопасные условия труда, организацию разработки защитных мероприятий на основе оценки опасности на каждом рабочем месте и объекте в целом.

Производство работ должно выполняться по письменному нарядному заданию.

Запрещается направлять на производство работ в места, имеющие нарушения требований правил безопасности, кроме работ по их устранению.

Каждое рабочее место должно находиться в безопасном состоянии, обеспечиваться проветриванием, освещением, средствами оповещения об аварии. Запрещается выдавать наряд и направлять на работу в отдаленные от основных рабочих мест горные выработки (забои) менее чем двух рабочих. Перечень отдаленных горных выработок (забоев) ежеквартально утверждается главным инженером шахты.

При обнаружении нарушений требований безопасности работник должен, не приступая к работе, сообщить об этом непосредственным руководителям работ или диспетчеру шахты.

Для оповещения лиц, занятых на подземных горных работах, кроме телефонной связи должна быть оборудована специальная аварийная беспроводная сигнализация аварийного оповещения. В отдельных случаях, по согласованию с Ростехнадзором России, могут применяться громкоговорящая и световая сигнализации.

При одновременной разработке месторождения открытым и подземным способами, а также при проведении и эксплуатации подземных дренажных выработок должны осуществляться согласованные с территориальными органами Ростехнадзора России совместные мероприятия по обеспечению безопасности работающих на подземных и открытых работах.

Горные выработки, состояние которых представляет опасность для людей или работа в которых временно приостановлена, а также устья шурфов, зоны обрушения на поверхности должны быть защищены ограждениями или соответствующими запрещающими знаками. Порядок и тип ограждений определяются главным инженером шахты.

Все недействующие вертикальные и наклонные выработки должны надежно перекрываться сверху и снизу.

На всех шахтах у стволов, по которым производится подъем и спуск людей, и на нижних приемных площадках капитальных наклонных выработок, оборудованных подъемными установками для доставки людей, должны устраиваться камеры ожидания. Размеры камер и их оборудование определяются проектом.

Выходы из камер ожидания должны быть расположены в непосредственной близости от ствола шахты.

Все используемое на подземных горных работах технологическое оборудование и технические устройства, в том числе зарубежного производства, должны иметь сертификат соответствия требованиям промышленной безопасности и разрешение на применение, выданное Госгортехнадзором России в соответствии с "Правилами применения технических устройств на опасных производственных объектах" (утверждено Постановлением Правительства Российской Федерации от 25.12.1998 N 1540; Собрание законодательства Российской Федерации, 04.01.1999, N 1, ст. 191).

Возможность дальнейшей эксплуатации технических устройств, оборудования и сооружений после истечения установленного срока службы определяется в соответствии с "Положением о порядке продления срока безопасной эксплуатации технических устройств, оборудования и сооружений на опасном производственном объекте", утвержденным Постановлением Госгортехнадзора России от 09.07.2002 N 43 (зарегистрировано в Минюсте России 05.08.2002, N 3665; "Российская газета" от 13.08.2002, N 149-150).

Эксплуатация, обслуживание технологического оборудования, а также их монтаж, демонтаж должны производиться в соответствии с руководством по эксплуатации, техническими паспортами и другими нормативными документами заводов-изготовителей.

Нормируемые заводами-изготовителями технические характеристики должны выдерживаться на протяжении всего периода эксплуатации оборудования.

Движущиеся части оборудования, представляющие собой источник опасности для людей, должны быть ограждены, за исключением частей, ограждение которых невозможно из-за их функционального назначения.

Перед началом работы или движения машины (механизма) машинист обязан убедиться в безопасности членов бригады и находящихся поблизости лиц.

Предпусковой предупредительный сигнал должен быть звуковым, его продолжительность должна составлять не менее 6 с, и он должен быть слышен по всей опасной зоне.

Таблица сигналов вывешивается на работающем механизме или вблизи него. Каждый неправильно поданный или непонятый сигнал должен восприниматься как сигнал "Стоп".

Запрещается допуск к работе и пребывание на территории шахты и других объектах лиц, находящихся в состоянии алкогольного, наркотического или токсического опьянения.

Запрещается пользоваться открытым огнем в подземных выработках шахт, имеющих рабочие зоны, опасные по газу или пыли, надшахтных зданиях и на поверхности шахт и рудников на расстоянии менее 30 м от диффузора вентилятора.

В каждой организации должен быть определен порядок действий рабочих и должностных лиц при обнаружении ими взрывчатых материалов (ВМ) в горных выработках, взорванной горной массе или иных, не предназначенных для хранения ВМ местах. Обо всех таких случаях руководитель организации обязан сообщить в территориальный орган Госгортехнадзора России.

Взрывные работы на объектах подземных горных работ производятся с соблюдением "Единых правил безопасности при взрывных работах", утвержденных Постановлением Госгортехнадзора России от 30.01.2001 N 3 (зарегистрировано Минюстом России 07.06.2001, N 2743; "Бюллетень нормативных актов федеральных органов исполнительной власти" от 16.07.2001 N 29).

Эксплуатация вспомогательных цехов горнорудных организаций и объектов должна осуществляться в соответствии с требованиями нормативной документации по безопасной эксплуатации вспомогательных цехов горнорудных предприятий.

Все несчастные случаи, аварии и инциденты подлежат регистрации, расследованию и учету в соответствии со ст. 227-231 Трудового кодекса Российской Федерации, Постановлением Минтруда России от 24.10.2002 N 73 "Об утверждении форм документов, необходимых для расследования и учета несчастных случаев на производстве и Положения об особенностях расследования несчастных случаев на производстве в отдельных отраслях и организациях" (зарегистрировано в Минюсте России 05.12.2002, N 3999; "Российская газета" от 18.12.2002 N 237), "Положением о порядке

технического расследования причин аварий на опасных производственных объектах", утвержденным Постановлением Госгортехнадзора России от 08.06.1999 N 40 (зарегистрировано в Минюсте России 02.07.1999, N 1819; "Российская газета" от 02.09.1999 N 171).

О каждом случае травмирования пострадавший или очевидец обязан немедленно сообщить руководителю работ или горному диспетчеру.

О каждом несчастном случае или остром заболевании горный диспетчер обязан сообщить руководству организации и вызвать бригаду "скорой медицинской помощи". Рабочее место, на котором произошли несчастный случай или авария, если это не угрожает жизни и здоровью людей, должно быть сохранено до начала расследования в неизменном состоянии.

На каждой шахте или объекте подземных горных работ должна действовать система охраны, исключая доступ посторонних лиц на объекты жизнеобеспечения, в служебные здания и сооружения.

Запрещается без письменного разрешения технического руководителя организации (кроме аварийных случаев) остановка объектов жизнеобеспечения (электростанции, водоотливы, калориферные установки, котельные и др.).

Для каждого производственного процесса в организациях, осуществляющих данный вид деятельности, разрабатывается, согласовывается и утверждается в установленном Госгортехнадзором России порядке обязательный к исполнению технологический регламент.



---

---

## Г л а в а 3

### МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ СООРУЖЕНИИ ВЫРАБОТОК

---

#### 3.1. Горные выработки

Горные выработки, искусственные сооружения, образуемые в земной коре в результате горных работ. Различают горные выработки разведочные (для поисков и разведки полезных ископаемых) и эксплуатационные (для разработки месторождения). Горные выработки бывают открытые (находящиеся на земной поверхности) и подземные (в толще Земли). Залежь, покрытая наносами небольшой мощности, может быть выработана при помощи открытых горных выработок (траншей, канав). Для разработки глубоко расположенных залежей проводят подземные горные выработки, которые по положению в пространстве могут быть вертикальными, горизонтальными и наклонными; они могут непосредственно сообщаться с поверхностью Земли или не иметь непосредственного выхода на поверхность.

Камерами называются горные выработки, имеющие значительные поперечные размеры по сравнению с их длиной, а очистными – выработки, образующиеся в результате добывания полезного ископаемого. Поверхность, ограничивающая горные выработки и перемещающаяся в результате горных работ, носит название забоя. Поверхность горных пород, ограничивающая горные выработки сверху, называется кровлей, а снизу – почвой, или подошвой выработки. Форма сечения горных выработок зависит главным образом от рода крепи, характер которой в свою очередь определяется устойчивостью горных пород и сроком службы выработки. Размеры поперечного сечения горных выработок определяются технологическими требованиями в зависимости от назначения (транспортировка грузов, проветривание, водоотлив и др.).

К вертикальным подземным горные выработки относят шурфы, стволы шахтные, колодцы и гезенки. К горизонтальным подземным горным выработкам – штольни, продольные (штреки), просеки, квершлагги, орты. Большинство горизонтальных горных выработок проводят с незначительным уклоном (0,004-0,005) в сторону движения грузов для облегчения транспортировки и обеспечения стока воды к шахтному водосборнику. К наклонным подземным горным выработкам относят шурфы, шахтные стволы, бремсберги, скаты, уклоны, ходки, восстающие горные выработки, печи и сбойки. Наклонные горные выработки первых двух видов имеют то же назначе-

ние и те же основные признаки, что и одноимённые вертикальные горные выработки. К подземным горным выработкам относят также и скважины – выработки круглого сечения, имеющие незначительный по сравнению с длиной диаметр и проходимые бурением.

Вскрывающие выработки служат для вскрытия шахтного поля. Подготовительные выработки сооружаются для подготовки шахтного поля к разработке. В очистных выработках непосредственно ведется добыча полезных ископаемых. В зависимости от того, по каким породам пройдены выработки, они разделяются на пластовые и полевые. Первые проводятся по пласту полезного ископаемого, вторые по пустым породам.

### **Вертикальные горные выработки**

**Ствол** – вертикальная капитальная горная выработка, имеющая непосредственный выход на земную поверхность и предназначенная для обслуживания подземных горных работ. Через шахтные стволы осуществляется спуск и подъем полезных ископаемых, породы, материалов, оборудования, людей и осуществляют проветривание шахты.

В зависимости от основного назначения, шахтные стволы разделяют на главные и вспомогательные. Главный ствол служит для подъема на поверхность полезных ископаемых. Вспомогательные стволы в соответствии с их функциями подразделяются на грузо-людские – для спуска и подъема людей (клетевые стволы), материалов, оборудования и вентиляционные – для проветривания (часто вентиляционным называют ствол, через который выдается исходящая струя воздуха; ствол для подачи свежей струи называют воздухоподающим). Часто клетевой ствол одновременно является вентиляционным.

Верхняя часть ствола, выходящая на земную поверхность, называется устьем; нижняя (ниже горизонта околоствольного двора) – зумпфом. Поперечное сечение шахтных стволов бывает круглым, иногда – прямоугольным, реже – эллиптическим. Диаметр вертикальных стволов достигает 9 м, глубина 3-3,5 км. Стенки стволов закрепляют бетоном, железобетоном и металлическими или железобетонными тубингами; в крепких устойчивых породах – набрызг-бетоном. Армировка ствола включает обычно металлические горизонтальные элементы (расстрелы) и вертикальные элементы (проводники), обеспечивающие плавное движение скипов и клетей. Сооружают стволы с помощью буровзрывных работ, бурильных установок и стволопроходческих агрегатов.

**Шурф** (нем. Schurf) – вертикальная (редко наклонная) горная выработка небольшой глубины (до 40 м), проходимая с земной поверхности для раз-

ведки полезных ископаемых, вентиляции, водоотлива, транспортирования материалов, спуска и подъёма людей и для других целей. Площадь поперечного сечения шурфа от 0,8-4 кв. м. Форма поперечного сечения подразделяется на круглое либо прямоугольное, редко квадратное.

**Слепой шахтный ствол** – вертикальная горная выработка, не имеющая выхода на поверхность, и предназначенная для транспортировки полезных ископаемых, людей, грузов с нижележащих горизонтов на более высокие, а по ним осуществляют проветривание шахты.

**Гезенк** (нем. Gesenk) – подземная вертикальная или крутая наклонная горная выработка, не имеющая непосредственного выхода на поверхность. На некоторых шахтах гезенк называют восстающим.

Назначение гезенка. Гезенк соединяет различные уровни в шахте. Гезенк используется в разных функциях.

**Рудный скат.** Гезенк используется для спуска полезного ископаемого на нижележащий горизонт под действием силы тяжести или при помощи механических устройств (в специальных сосудах).

Ход для спуска или подъёма к забоям. В этом случае в гезенке устанавливается лестница. Воздуховод в вентиляционной системе шахты.

Проходка гезенка относится к числу опасных работ. Методы проходки гезенка. Ручное бурение. Взрывание. Механизированная выемка породы с помощью механизмов для проходки гезенка.

## **Горизонтальные горные выработки**

**Штольня** (от нем. Stollen – столб) – горизонтальная или наклонная горная выработка, имеющая выход на земную поверхность и обычно предназначенная для добычи полезных ископаемых или обслуживания горных работ. Является основной вскрывающей выработкой при разработке месторождений в районах с гористым рельефом.

В зависимости от назначения штольни бывают вентиляционными, эксплуатационными, разведочными, водоотливными

**Тоннель** (фр. tonnelle от фр. tonneau – "бочка"; вар.: туннель) – горизонтальное или наклонное подземное сооружение, имеющее два выхода на поверхность, сооружаемое с транспортными и иными целями.

Тоннель может быть пешеходным и/или велосипедным, для движения автомобилей или поездов, трамваев, перемещения воды (деривационные тоннели гидроэлектростанций, канализационные коллекторы), прокладки сетей городского хозяйства и т.п. Существуют также так называемые экологические тоннели. Они прокладываются под автомобильными или железными дорогами и служат для того, чтобы звери могли безопасно перемещаться.

Основная часть метро также проложена в виде тоннелей (название употребляется традиционно, несмотря на то, что линии метро в большинстве случаев не имеют выходов на поверхность). Чтобы избежать пересечений, линии метро прокладывают на различной глубине (уровне).

Тоннели строят для преодоления природных препятствий (напр., тоннели под горами), для сокращения пути (тоннель через гору вместо дороги вокруг), для сокращения времени движения (тоннель вместо паромной переправы). Тоннели под водными преградами часто строят вместо мостов там, где мосты могли бы помешать проходу судов. Также тоннели строят во избежание пересечения разных транспортных потоков на одном уровне (подземные переходы, тоннели вместо железнодорожных переездов, тоннели как часть автомобильных развязок и тому подобное). В некоторых случаях проезды под пролетами мостов тоже называют тоннелями, что, однако, неправильно.

**Штрек** (от нем. Strecke) – горная выработка, не имеющая непосредственного выхода на земную поверхность, лежащая в горизонтальной плоскости и проходящая по простиранию рудного тела.

Различают рудный штрек и полевой, рудные располагаются непосредственно в рудном теле, полевые проходят по пустой породе в непосредственной близости от рудного тела.

При подземной разработке угольных месторождений, штрек – подземная горная выработка пройденная в горизонтальной плоскости или с небольшим уклоном параллельно линии простирания пласта, не имеющая непосредственного выхода на поверхность, служащая для проветривания и транспорта. Различают полевой (пройденный по вмещающим породам), вентиляционный, конвейерный, основной, промежуточный, откаточный, параллельный, групповой штрека.

**Квершлаг** (нем. Querschlag) – капитальная горизонтальная, реже наклонная, подземная горная выработка, не имеющая непосредственного выхода на земную поверхность и пройденная по вмещающей породе под углом (чаще всего в крест простирания, т.е. перпендикулярно) к рудному телу. Квершлаг предназначается для вскрытия полезного ископаемого, транспортирования грузов (для чего укладываются рельсовые пути, монтируются конвейеры), а также для передвижения людей, вентиляции, стока воды и т.д.

**Орт** (нем. Ort, буквально – место) – горизонтальная подземная горная выработка, не имеющая непосредственного выхода на поверхность и проведённая в сторону кровли или подошвы пласта полезного ископаемого или от кровли до почвы. Орт предназначен для сбора и перемещения добытых в забоях шахты полезных ископаемых к главной транспортной магистральной.

Орты разрабатываются с применением комплексов из буровых кареток, погрузочных машин, вагонов и электровозов.

**Просек** – горизонтальная горная выработка в толще полезного ископаемого для проветривания шахты или соединения выработок.

Просек может использоваться для обслуживания выемочных участков при отработке пластовых месторождений (например, угольных). Обычно проводится параллельно штреку, который охраняется целиками угля (полезного ископаемого). В случае охраны штрека бутовой полосой, используется название "косовичник". Просек, используемый для монтажа очистного ободования, называется разрезным.

### **Наклонные горные выработки**

**Наклонный ствол** – наклонная подземная горная выработка, имеющая непосредственный выход на земную поверхность и служащая для тех же целей, что и вертикальный ствол. Наклонный ствол в большинстве случаев проводят по пласту, реже – по породам.

Ствол оборудуется канатным подъёмом для выдачи полезного ископаемого в вагонетках или скипах, либо конвейерами. Применение рельсового транспорта практикуется при углах наклона до 35°. При больших углах наклона применяют скиповой подъём. На крупных шахтах стволы с углом наклона до 18° оборудуют конвейерами. Достоинства наклонных стволов для вскрытия шахтного поля: возможность полной конвейеризации для выдачи полезного ископаемого от очистного забоя до поверхности, большая производительность ствола, сокращение сроков строительства шахты и меньшие по сравнению с вертикальными стволами капитальные затраты. Недостатки: большая длина ствола по сравнению с вертикальными при вскрытии одного и того же пласта, большая стоимость поддержания и обслуживания.

**Бремсберг** (нем. Bremsberg, от Bremse – тормоз и Berg – гора).

Используется в двух случаях для описания процесса подъема груза по наклонной плоскости. Подземная наклонная горная выработка, не имеющая непосредственного выхода на земную поверхность, как правило, пройденная по пласту полезного ископаемого (по линии падения) и служащая для спуска полезного ископаемого в вагонетках или конвейерами с вышележащего на нижележащий горизонт. В том случае, когда бремсберг пройден по пустой породе, его называют "полевым" (полевой бремсберг). Синоним слова "бремсберг" – термин "спуск". Наземное подъемное устройство, образованное двумя наклонными рельсовыми путями с движущимися по ним вагонетками с грузом. При этом поднимающаяся (менее гружёная) вагонетка движется за счёт тяжести более тяжёлой (более гружёной) вагонетки.

В своё время бремсберги широко использовались в горнодобывающей промышленности, например, Урала, и их остатки можно было видеть до середины 20 века (около озера Исеть) под Свердловском.

**Уклон** – наклонная подземная горная выработка, не имеющая непосредственного выхода на земную поверхность.

Уклон служит для подъёма полезного ископаемого с нижележащего горизонта на вышележащий.

**Скат** – наклонная подземная горная выработка, не имеющая непосредственного выхода на земную поверхность, пройденная по пласту или по породе и предназначенная для спуска полезного ископаемого под действием собственного веса. Скаты проводят обычно при разработке крутых пластов.

**Ходок** – горная выработка, проводимая параллельно бремсбергу и уклону и служащая для передвижения людей и доставки грузов, проветривания и других целей. В зависимости от назначения их делят на людские и грузовые.

**Печь** – наклонная подземная горная выработка, пройденная по пласту и предназначенная для транспортирования угля, грузов, проветривания, передвижения людей и т.д. Печь, проводимую по полезному ископаемому между откаточным и вентиляционным штреками для подготовки очистной выработки, называют разрезной.

### **3.2. Меры безопасности при сооружении горных выработок. Факторы, определяющие безопасность проходческих работ**

Одним из основных условий обеспечения безопасности при проведении горных выработок является правильно выбранная технология ведения работ с учетом физико-механических свойств пород и горно-геологических условий.

Строгое выполнение технологической дисциплины, своевременное принятие правильных решений по безопасному ведению работ при изменении горно-геологических условий обеспечивает высокую безопасность работ.

Условиями, определяющими безопасность строительных работ, являются строгое соблюдение проекта ведения работ, паспорта крепления и буровзрывных работ, правильное использование транспортных средств, машин, механизмов и оборудования с учетом состояния горного массива и атмосферы горных выработок. Наряду с проектами составляют паспорта проведения горных выработок, применение которых обязательно. Правильность составления паспорта должна периодически проверяться техническим директором производственного объединения, строительной организации.

При изменении горно-геологических условий или производственных условий паспорта крепления и буровзрывных работ должны быть пересмотрены с внесением изменений, согласованных с лицами, утвердившими их. Руководитель работ знакомит под расписку рабочих и надзор участка с паспортом крепления горных выработок и ведения буровзрывных работ. Нарушение паспортов крепления горных выработок и ведения буровзрывных работ категорически запрещено.

На каждом строительном объекте (шахта, подземное сооружение) создаются служба охраны труда и система управления охраной труда.

Служба охраны труда подчиняется директору строительного управления.

Каждый строительный объект (шахта, подземное сооружение) должен иметь утвержденную проектно-сметную, геолого-маркшейдерскую, производственно-техническую, санитарно-гигиеническую и учетно-контрольную документацию.

Проектная документация на строительство производственных объектов, разработку новых технологий и способов производства, средств коллективной и индивидуальной защиты проходит предварительную экспертизу на соответствие нормативным актам по охране труда. Строительство ведется по проектам, разработанным проектными организациями и утвержденными соответствующими организациями.

Технология и механизация ведения работ по проходке горных выработок во многом определяет безопасность горных работ. В настоящее время широкое внедрение получили проходческие комбайны избирательного (свыше 95% всего объема комбайнового проведения горных выработок) и роторного типов, которые в общей сложности обеспечивают свыше 40% сооружения горных выработок от их общей протяженности. Это позволило значительно уменьшить трудоемкость работ, снизить число несчастных случаев по сравнению с буровзрывным способом проведения горных выработок и улучшить санитарно-гигиенические условия труда горнорабочих.

Так, применение более современной комбайновой технологии проведения горных выработок позволило уменьшить на 20% число несчастных случаев и в то же время исключить такие тяжелые и опасные операции, как бурение шпуров, производство взрывных работ, уборку породы и др.

Механизация, исключая тяжелый, утомительный труд, способствует повышению безопасности работ. Так, применение специальных буровых установок СБУ-2М, СБУ-4, УБМ-1 позволяет наряду с повышением производительности труда значительно повысить уровень безопасности. Высокопроизводительные породопогрузочные машины типа ЛПН, ПНБ позволяют исключить тяжелый однообразный труд и случаи травмирования горнорабочих от обрушений кусков породы с кровли и боков выработки.

Применение специальных крепежукладчиков позволило снизить травматизм при производстве работ по возведению крепи.

Применение щитов (механизированных и немеханизированных) позволяет в значительной степени обезопасить труд проходчиков, особенно при выполнении работ по возведению обделок, так как последние проводят под защитой оболочки щита.

Современные технология и механизация позволяют значительно поднять уровень безопасности рабочих, так как, кроме всего прочего, значительно уменьшают число рабочих в забоях.

Правильная организация труда имеет важнейшее значение для обеспечения нормальных условий труда. Анализ причин несчастных случаев на шахтах РФ показывает, что большая часть травм обусловлена нарушением утвержденного порядка ведения работ, отсутствием технической документации, недостаточной проработкой вопросов организации технологических процессов, недостаточным контролем со стороны надзора за соблюдением требований безопасности в процессе ведения работ, допуском к работе лиц, не владеющих данной специальностью, нарушением пострадавшими правил безопасности.

Для исключения случаев травматизма по организационным причинам большое значение имеют правильный выбор и обоснование в соответствии с горно-геологическими и горно-техническими факторами технологии ведения работ, строгое выполнение технологической дисциплины.

Очень важны подбор, обучение и расстановка рабочих кадров в соответствии с уровнем их квалификации и опытом работы. По ряду профессий и должностей необходимо определение профессиональной пригодности, соответствия индивидуальных качеств трудящихся специфическим требованиям профессии.

График ведения работ должен исключать присутствие большого числа рабочих в забоях и обеспечивать максимальное соблюдение требований безопасности и промышленной санитарии, предусматривать организацию систематического контроля технического состояния машин, оборудования, механизмов.

Достижение высокой производительности труда, обеспечение безопасности работ требует неуклонного роста сознательности и культуры всех членов общества. Организация труда должна исключать случаи нарушения трудовой дисциплины как антиобщественного явления.

Немаловажное значение имеет строгое соблюдение системы инструктажей трудящихся с глубоким усвоением требований безопасности труда и личной ответственности за их нарушение.

Систематический строгий контроль за соблюдением требований безопасности труда на рабочих местах при любых производственных процессах

со стороны инженерно-технического персонала должен быть неотъемлемой частью всей системы организационных мероприятий.

Большое значение имеет также широкое внедрение и строгое соблюдение системы планово-предупредительных ремонтов технологического оборудования, а также всех участков, связанных с безопасным ведением технологического процесса. Соблюдение рационального режима труда и отдыха, а также режима профилактических мероприятий обеспечит высокую безопасность работ.

Проведение подготовительных выработок по уровню объективной опасности занимает второе место среди процессов горного производства. Так, например, в угольных шахтах в забоях подготовительных выработок происходит около 65% взрывов метана и угольной пыли, около 35% обрушений горных пород и угля. Тяжелые и смертельные случаи происходят из-за обрушений пород и угля (52%), при обслуживании машин и механизмов (71%), в результате внезапных выбросов угля, породы, газа (6,3%), при взрывах газа и пыли (6,5%), при поражении электрическим током (4,2%).

Несчастные случаи из-за обрушений: при установке крепи – 25%, оформлении забоев – 11%, бурении шпуров – 10%, погрузке породы и угля – 16%.

### **3.3. Сооружение горизонтальных и наклонных выработок**

При сооружении горизонтальных выработок буровзрывным способом несчастные случаи, связанные с поломкой буровой штанги, установкой бурового инструмента на штангу и снятием его, срывом шланга, в значительной степени исключаются применением специальных буровых установок.

Для обеспечения безопасности и защиты горнорабочих от обрушений применяют постоянную и временную крепи, которые выбирают в зависимости от горно-геологических условий и состояния окружающего массива. Отставание постоянной крепи (кроме каменной, бетонной или железобетонной) от груди забоя определяется проектом или паспортом, но не должно превышать 3 м. При неустойчивой кровле максимально допустимое отставание постоянной крепи устанавливается паспортом крепления. Пространство между забоем и постоянной крепью закрепляют временной крепью, которая может быть распорной, безраспорной и автоматически передвигаемой.

В качестве постоянной и временной крепи широко используется штанговая или подвесная крепь. Она применяется в сочетании с металлической арочной и сборной железобетонной крепями в качестве основного вида крепи. При сочетании с рамной штанговая крепь устанавливается сразу

же по мере подвигания забоя. В этом случае она сначала выполняет роль предохранительной крепи, а затем переходит в комплект постоянной крепи. Качество анкеров крепления обеспечивает регулярная их проверка с помощью прибора ПКА для контроля прочности закрепления штанг в скважинах и гидравлического динамометра ДГА, а также динамометрического ключа КДМ для контроля натяжения в анкерах. Применяется также аппаратура автоматического контроля за смещением заанкерванной кровли. Она включает датчик смещения кровли ДСК и сигнализатор смещения ССК. Датчик ДСК устанавливается в выработке и при достижении опасной величины смещения кровли выбрасывает красный флажок. Одновременно сигнализатор ССК, установленный на контрольном пункте, подает прерывистые световые сигналы.

На рудных шахтах часто применяется **н а б р з г - б е т о н** в качестве постоянной крепи.

При сооружении выработок в устойчивых и крепких породах допускается отсутствие крепления при условии тщательной оборки кровли и стенок выработки с последующим систематическим контролем за заколами и отслаиванием кусков пород, своевременным предупреждением их обрушения.

При сооружении выработок в слабых и неустойчивых породах (сыпучих, мягких и пльвунах, а также обрушенных) применяются передовая крепь, щиты или специальные способы проходки.

Сооружение горизонтальных выработок с помощью комбайнов позволяет не только облегчить труд горнорабочих, но и в значительной степени обезопасить его. Объем проведения горных выработок комбайнами непрерывно увеличивается.

В настоящее время широкое распространение получили комбайны избирательного типа. При работе этих комбайнов крепление забоя производится вслед за его подвиганием в стесненных условиях, что достаточно опасно. На это затрачивается до 30% времени от общего цикла работ, поэтому возникает необходимость применения временной забойной крепи. Возведение же постоянной крепи можно производить в менее стесненных и более благоприятных условиях на расстоянии 8-10 м от забоя.

В качестве временной крепи применяют менее трудоемкую анкерную крепь или передвижную механизированную крепь типа КМК-3.

Комбайны роторного типа применяются при крепости пород  $1 = 4$ . Они позволяют осуществлять крепление выработок сразу вслед за движением комбайнов. Призабойная часть поддерживается специальными верхняками.

Для обеспечения безопасной эксплуатации комбайнов к управлению ими допускаются лица, имеющие специальную подготовку и удостоверение. На

комбайнах предусматривается установка метан-реле, обеспечивающая автоматическое отключение напряжения и подачу сигнала при появлении в забое недопустимых концентраций метана.

При сооружении наклонных горных выработок условия безопасности аналогичны условиям при сооружении горизонтальных горных выработок, но имеют и отличительные специфические особенности.

Для предупреждения падения породопогрузочных машин в выработках с углами наклона более  $10^\circ$  предусматриваются специальные лебедки, которые надежно закреплены на верхних площадках.

Для обеспечения безопасности рабочих в забое устанавливают специальные защитные барьеры – один в устье выработки, другой на расстоянии не более 20 м от забоя. Барьеры изготавливают из рельсов или бревен, которые верхним концом шарнирно закреплены по верхняку рамы, а нижним – упираются в поперечную балку или в почву выработки. При спуске вагонеток барьер-балка поднимается с помощью троса, при подъеме балка поднимается вагонеткой. По мере продвижения забоя барьер переносят. Применяются также переносные барьеры. Для предохранения от скатывания вагонеток с верхней приемной площадки устанавливают секторы.

Для удержания породопогрузочных машин, удаленных из забоя на время ведения взрывных работ, применяют переносной канатный барьер, а под скаты подкладывают тормозные башмаки.

Трудоемким и небезопасным является процесс возведения постоянной и временной крепи. Для механизации возведения постоянной металлической крепи и выполнения функций передового предохранительного крепления в подготовительных выработках (горизонтальных и наклонных), проводимых буровзрывным и комбайновым способами, разработан крепеустановщик КПМ8, который позволяет осуществлять доставку крепи в забой, подъем и удержание верхняков в нужном положении.

Применение средств механизации работ по возведению временной и постоянной крепи позволяет поднять производительность труда на 15% и значительно обезопасить технологический процесс.

### **3.4. Сооружение вертикальных выработок**

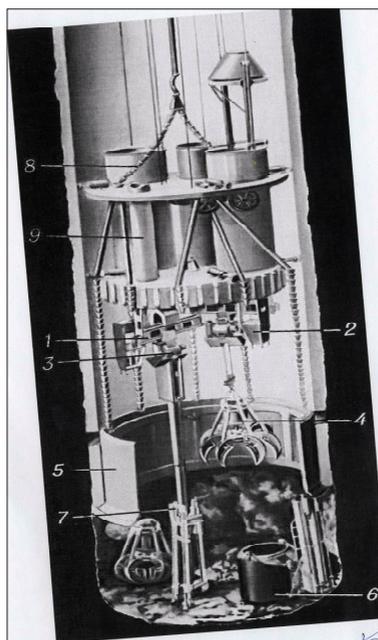
При проходке и углубке вертикальных стволов чаще всего травмирование горнорабочих происходит при бурении шпуров, погрузке породы в бады, обрушении пород и падении кусков породы, предметов, оказавшихся на элементах крепи или полке.

Несчастные случаи исключаются при бурении шпуров современными бурильными установками, которые позволяют обуривать забой в короткое

время при отсутствии людей непосредственно в забое. При этом улучшаются санитарно-гигиенические условия труда (отсутствие пылеобразования и влияние вибраций), сокращается число рабочих, занятых на бурении шпуров.

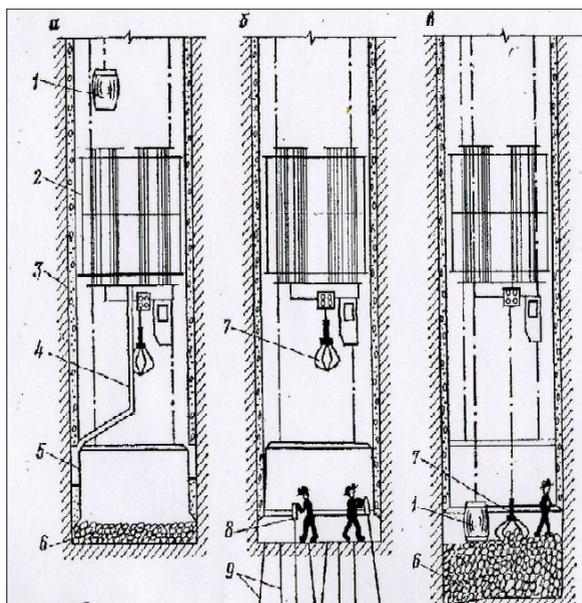
Несчастные случаи при погрузке породы возможны при ручном вождении грейфера, что требует от проходчика необходимых навыков в управлении им и большой физической силы, чтобы не быть отброшенным и прижатым к стенке ствола. Исключение несчастных случаев достигается использованием погрузочных машин с механизированным вождением грейфера, управление которыми осуществляется из кабины (рис. 3.1-3.2).

Для повышения безопасности работ необходимо четкое взаимодействие при работе подъемного устройства и погрузочной машины. Когда поворотная рама погрузочной машины находится под бадьевым проемом подвешенного полка, бадня не может опускаться в призабойную часть ствола. В этот момент бадня находится над полком и опускается после сигнала машиниста погрузочной машины, когда поворотная рама освободит бадейный проем.



**Рис. 3.1. Схема проходки ствола механизированным комплексом:**

1 – погрузочная машина; 2 – кабина машиниста; 3 – спаренный пневмотельфер; 4 – грейфер; 5 – передвижная опалубка; 6 – саморазгружающаяся бадня; 7 – бурильная установка; 8 – бетонораспределитель; 9 – двухэтажный подвесной полок



**Рис. 3.2. Схемы проходки вертикальных стволов:**

а – возведение бетонной крепи; б – бурение шпуров; в – уборка породы и установка опалубки для бетонной крепи; 1 – проходческая бадья; 2 – подвесной полок; 3 – бетонная крепь; 4 – бетоновод; 5 – передвижная опалубка; 6 – отбитая порода; 7 – рейферный погрузчик; 8 – перфоратор; 9 – шпур

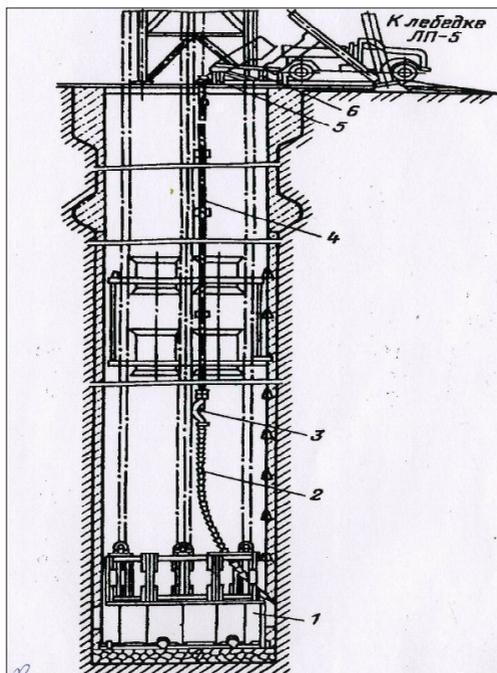
При спуске бадьи в забой подъемный канат находится в бадьевом проеме полка и поворотная рама погрузочной машины не может совершать круговое движение. При загрузке бадей погрузочная машина перемещается под бадьевым проемом, не занятым подъемным канатом.

Для устранения опасности травмирования рук проходчиков дужками бадей применяются опорные кулаки, установленные на корпусе бадьи с таким расчетом, чтобы расстояние между опущенными дужками и корпусом бадьи было не менее 40 мм. Наибольшая безопасность достигается использованием схемы подъема без перецепки бадей.

Для предупреждения обрушений породы в процессе проходки ствола участок его от забоя до постоянной крепи закрепляется временной металлической крепью либо набрызг-бетоном слоем 100 мм. Длина этого участка устанавливается проектом. Временную металлическую крепь оставляют при возведении постоянной бетонной крепи.

Высокоэффективным средством устранения опасности обрушения пород со стенок незакрепленной части ствола является применение подвесной металлической опалубки, которая подвешивается не менее чем на трех канатах.

Для возведения постоянной бетонной крепи применяют схему с подачей бетона с поверхности (рис. 3.3), при которой обеспечивается высокая безопасность работ.



**Рис. 3.3. Схема размещения оборудования для возведения бетонной крепи:**

1 – призабойная створчатая опалубка; 2 – гибкий бетоновод; 3 – гаситель скорости; 4 – став труб; 5 – приемная воронка; 6 – приемный бункер

Наилучшие условия труда обеспечиваются при применении технологической схемы с последовательным ведением работ по уборке породы и возведению постоянной крепи в призабойной части ствола.

Для защиты рабочих в забое от падающих сверху кусков породы и предметов устраиваются предохранительные полки. При одновременном ведении работ по проходке ствола и возведению постоянной крепи с под-

весного полка устраивается верхний этаж для защиты работающих на полке. Зазоры между полком и крепью ствола, полком и опалубкой не должны превышать 120 мм. Они во время работы перекрываются резиновыми фартуками. Для устранения попадания породы в бадейные проемы вокруг них устраивают раструбы или их перекрывают рядами. После взрывных работ куски породы, заброшенные на временную крепь, на полки или подвесное проходческое оборудование, удаляют.

При перемещении подвесных полков необходимо применять предохранительные пояса.

При армировании стволов в целях обеспечения безопасности работ большое значение имеет надежная связь и сигнализация между людьми в забое, на полке, на нулевой площадке, в машинном отделении. Связь и сигнализация разделяются на механическую, электрическую, радиотелефонную.

Механическая или ударная сигнализация обслуживает спуск и подъем бадей и оборудования в стволе. Она состоит из троса диаметром 4-6 мм, ударного молота и буфера. Ударный молот и буфер установлены на нулевой раме, от которой трос проходит по стволу в забой. При натяжении троса молот ударяет по буферу. Сигнал подается рукоятчику на нулевой раме, который передает его машинисту подъема. Подача сигнала из забоя непосредственно машинисту подъема запрещена. У ствола вывешивается код сигналов, который обязаны знать все рабочие. Такая сигнализация при глубоких стволах малоэффективна.

Электрическая сигнализация состоит из подвешенного в стволе двужильного кабеля и электрического звонка на нулевой раме. При замыкании проводов раздается звонок, который дублируется зажиганием красной лампы. Каждая подъемная установка должна иметь два независимых сигнальных устройства – механическое и электрическое.

Телефонная связь между подвесным полком и нулевой рамой, а также между полком (забоем) и проходческими лебедками осуществляется с помощью искробезопасной системы, обеспечивающей двустороннюю телефонную связь и подачу громкоговорящих сигналов (команд) на поверхность при подъеме и опускании полка, ведении различных ремонтных работ.

Радиосвязь в стволе осуществляют с помощью аппаратуры "Шахтер". В состав ее входят две радиостанции: наземная и стволовая – радиотелефон шахтный стационарный и переносной. Радиостанции обеспечивают дальность связи в стволах глубиной до 1000 м.

Двусторонняя громкоговорящая связь по лучевой схеме с управлением от рукоятчика. Каналом связи служит телефонный кабель. Аппаратура работает от сети переменного тока, при отключении тока она автоматически переключается на аварийный источник.

При авариях в системе подъема для вывоза людей на поверхность применяют металлические аварийно-спасательные лестницы с механическим и ручным приводами. При проходке стволов глубиной до 70 м лебедка может иметь только ручной привод. Применяются лестницы конструкции типа ЛС-1 и ЛС-2 с числом секций соответственно 6 и 4. На каждой секции размещается по три человека.

При углубке стволов защита рабочих в забое от падения подъемных сосудов в случае обрыва каната или от падения каких-либо предметов в ствол предусматривает предохранительный целик или полок, который устанавливают ниже зумпфа рабочего горизонта. При устойчивых породах оставляют предохранительный целик, в других случаях строят предохранительный полок. И целик, и полок должны выдерживать динамические нагрузки при падении груженого подъемного сосуда. Для лучшей амортизации удара падающих предметов на предохранительном полке укладывают слой доменного шлака или горелой породы, которые также хорошо противостоят действию шахтных вод.

Ходовые отделения восстающих, в том числе и находящихся в проходке, должны отделяться от рудного или материального отделения перегородкой и иметь исправные полки и лестницы, за исключением восстающих, проходимых механизированным способом.

При проведении, углубке или ремонте наклонной выработки работающие в забое лица должны быть защищены от опасности падения сверху вагонеток и других предметов не менее чем двумя прочными заграждениями, конструкция которых утверждается главным инженером шахты. Одно из заграждений должно устанавливаться в устье выработки, а другое – не выше 20 м от места работы.

Запрещается одновременное производство работ в наклонных выработках на различных отметках.

Углубляемая часть вертикального ствола шахты должна быть изолирована от рабочего горизонта полком или целиком, оставляемым под зумпфом ствола.

Целик должен быть укреплен снизу надежной крепью со сплошной затяжкой.

Работы по проходке (в том числе специальными способами), крепление и армировке стволов шахт должны осуществляться по проекту и технологическим регламентам, разрабатываемыми и утвержденными в установленном порядке. Техническая документация должна содержать требования по:

- устройству и оборудованию проходческих полков, а также по организации работы на них при всех производственных процессах;

- мерам защиты от возможного падения сверху различных предметов и оборудования;
- порядку перемещения проходческого полка по стволу;
- порядку погрузочно-разгрузочных работ на полках и в забое, работе бадейного подъема;
- креплению, армировке ствола и допустимому отставанию временной и постоянной крепи от устья.

Запрещается производить работы по армированию стволов и перемещению подвесных полков без предохранительных поясов, а также использовать подвесные люльки в качестве подъемного сосуда.

При проходке и углубке стволов на случай аварии с подъемом должна предусматриваться подвесная лестница длиной, обеспечивающей размещение на ней одновременно всех рабочих наибольшей по численности смены.

Подвесная лестница должна быть прикреплена к канату лебедки и располагаться над подвесным полком. Лебедка должна иметь комбинированный привод (механический и ручной) и быть оборудована тормозами.

При проходке и углубке стволов каждая подъемная установка должна иметь не менее двух независимых сигнальных устройств. Если одновременно ведутся работы в забое и на подвесном полке, то сигнализация с полка и из забоя должна быть обособленной.

Между подвесным полком и забоем должна быть оборудована двусторонняя сигнализация.

При уборке породы из забоя ствола грейфером, управляемым с поверхности или с полка, людям находиться в забое запрещается.

В организации эксплуатирующей шахты должна быть создана служба (участок) водоподавления для профилактических и ремонтных работ в шахтных стволах.

Все действующие выработки должны быть закреплены за лицами технического надзора для наблюдения за состоянием крепи, устройствами и оборудованием в соответствии с назначением выработок. Порядок и периодичность осмотров выработок устанавливаются главным инженером шахты.

Результаты проверок заносятся в специальный журнал.

Крепь и армировка вертикальных и наклонных стволов шахт, служащих для спуска, подъема людей и грузов, должны осматриваться ежесуточно специально назначенными лицами.

Периодически, но не реже одного раза в месяц, крепь и армировка стволов должны тщательно осматриваться начальником или главным инженером шахты или их заместителями.

Стволы, служащие только для вентиляции, должны осматриваться не реже одного раза в год, для чего они должны оборудоваться соответствующими устройствами (клетью, бадьей и спасательной лестницей).

Работы по капитальному ремонту стволов шахт, уклонов, перекрепке стволов, ликвидации последствий обрушений в выработках, пожаров и других аварий производятся по специальному проекту, утвержденному главным инженером организации (предприятия).

После выполнения ремонтов крепи или армировки ствол шахты должен быть детально осмотрен лицом, назначенным руководством шахты, проведены пробный спуск и подъем подъемного сосуда.

Положение стенок шахтного ствола и проводников в нем подлежит проверке (профилированию) маркшейдерской службой предприятия или специализированной организацией. Сроки и методы профилирования устанавливаются главным инженером организации (предприятия) для каждого ствола, но не реже одного раза в три года. Результаты профилирования отражаются в маркшейдерской документации.

При чистке зумпфа ствола шахты или производстве в нем каких-либо других работ движение подъемных сосудов по стволу должно быть полностью прекращено, а работающие в зумпфе должны быть защищены от возможного падения предметов сверху.

Устья действующих и находящихся в проходке вертикальных и наклонных выработок, оборудованных подъемными установками, должны ограждаться с нерабочих сторон стенками или металлической сеткой высотой не менее 2,5 м, на стволах и промежуточных горизонтах оборудоваться предохранительными решетками или дверями с блокировкой, не позволяющей осуществлять спуск и подъем при открытых решетках или дверях.

На рельсовых путях у клетевых подъемов должны устанавливаться нормально закрытые задерживающие стопоры или другие устройства, исключаяющие нахождение вагонеток перед стволом при отсутствии клетки (перестановочные платформы и др.).

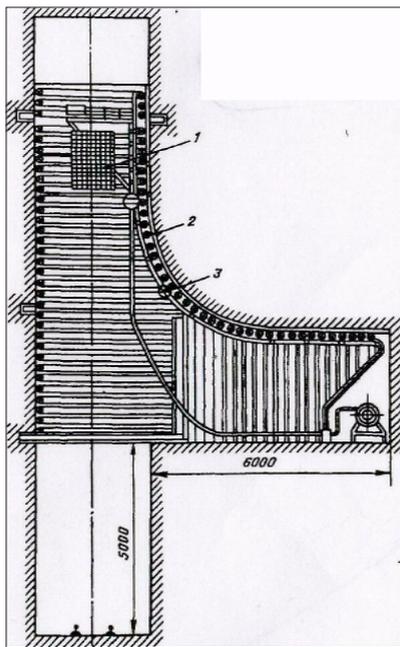
При пересечении ствола шахты с горизонтальной выработкой для перехода людей должна быть сделана обходная выработка или обеспечен проход под лестничными отделениями стволов.

Доступ к устьям стволов шахт и шурфов, не находящихся в надшахтных зданиях, должен осуществляться через дверь, запирающуюся на замок, так же и на других горизонтах. Если стволы или шурфы служат запасными выходами, то решетчатые двери в устьях выработок должны запираются на запоры, открывающиеся изнутри без ключа, на рабочих горизонтах – на запоры без замков.

### 3.5. Проведение восстающих

Проведение восстающих снизу вверх связано с опасностью падения людей, отравления их ядовитыми газами, образующимися при взрывных работах, падением кусков породы. С целью предупреждения отравления ядовитыми газами после взрывных работ восстающие проводят с опережающими скважинами, через которые происходит удаление газов.

Улучшение условий труда при проведении восстающих снизу вверх достигается применением проходческого комплекса КПВ (рис. 3.4).



**Рис. 3.4.** Схема проведения восстающего с помощью комплекса КПВ-1А:  
1 – комплекс КПВ-1А; 2 – рельс Р 24; 3 – монорельс

В зависимости от крепости пород выработка или закрепляется сплошной венцовой крепью, или не крепится. На высоту 8-9 м восстающий проходят обычным способом, затем из него засекается горизонтальная выработка для гаража кабины. На уровне почвы гаража укладывают опорный венец крепи. Над верхняками монтируют звенья рельса Р-24 длиной по 3 м. К рельсу с помощью специальных захватов из стали диаметром 24 мм крепят зубчатый монорельс, по которому передвигается кабина. По мере подвигания забоя

рельсы и монорельс наращивают. Шланговая лебедка обеспечивает автоматическую подачу и сматывание на необходимую длину шлангов к пневматическому приводу на кабине.

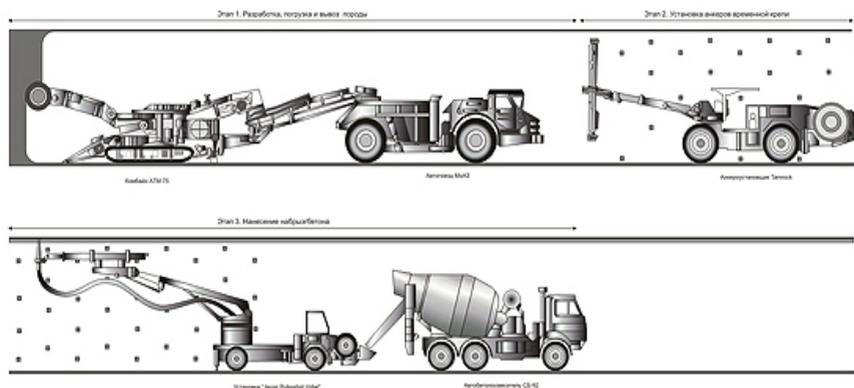
Радикальным мероприятием для снижения уровня опасности при проведении восстающих снизу вверх может служить замена буровзрывного способа бурением на полное сечение выработки или бурением скважин с последующим их расширением специальными расширителями.

### 3.6. Меры безопасности при сооружении тоннелей и камер

Анализ условий труда при сооружении тоннелей буровзрывным способом показывает, что наиболее опасные операции – бурение шпуров, уборка породы, возведение обделок, гидроизоляция.

Применение специальных буровых рам в значительной степени снижает опасность травмирования горнорабочих, так как при этом практически исключается их нахождение непосредственно в забое. В настоящее время применяют буровые рамы БР-3, БР-4, БР-5 на рельсовом ходу. На таких рамах имеется несколько площадок для расположения бурового инструмента. Для промывки шпуров предусматривается установка бака с водой.

При безрельсовом транспорте специальная самоходная рама монтируется на автомашине (рис. 3.5). Эти же рамы в дальнейшем используют для зарядания шпуров.



**Рис. 3.5.** Проходка тоннеля комбайном в устойчивых породах с креплением анкерами и набрызгбетоном

Находят широкое применение самоходные бурильные каретки на пневмоколесном ходу типа 2БК-2П, 3БК-3Д, 2БК-4Д, 3БК-4Д, 2БК-5Д, 3БК-5Д, которые позволяют обуривать забой высотой 3-7 м и шириной 3,4-8,5 м.

В практике тоннелестроения все шире начинают применять буровые установки на гусеничном ходу типа СБУ-2М, СБУ-2К, СБУ-4, с помощью которых полностью механизмуется процесс бурения и обеспечивается высокая безопасность при выполнении этого процесса. При бурении шпуров самоходными буровыми установками нахождение людей под поднятыми стрелами (манипуляторами), автоподатчиками и в забое запрещается.

Специальные требования безопасности необходимо выполнять при забуривании горизонтальных шпуров с многоярусных буровых подмостей. Работы ведут не одновременно, а последовательно, сверху вниз, с тем чтобы на бурильщиках, находящихся на нижних ярусах, не падали куски породы, отбиваемые при забуривании.

При проходке тоннелей ярусами в подошве яруса могут оставаться невзорванные патроны ВВ. Для того чтобы исключить случаи травмирования, вначале, на глубину 1 м, бурение вертикальных шпуров сверху вниз производят с дистанционным управлением. Бурильщикам на это время удаляют в безопасное место.

При обуривании уступов вертикальными или наклонными скважинами расстояние от бровки уступа до буровой рамы или станка должно быть не менее 2 м, а в сильнотрещиноватых породах – не менее 3 м.

При бурении шпуров ручными перфораторами ширина бермы должна быть не менее 2,5 м, при установке перфоратора на треноге – не менее 4 м.

Перед бурением сверху вниз шпуров или скважин нижнего уступа вблизи кромки взорванного забоя выставляют надежное ограждение, расположенное от кромки откоса на расстоянии не менее 0,5 м.

При высоте уступа (кроме подсводного) более 4 м угол наклона откоса уступа к горизонту не должен превышать 80°.

Для сообщения между уступами устанавливают прочные настилы с наклоном не более 70°, которые оборудуют двусторонними поручнями.

После проведения взрыва забой тщательно проветривают и после этого производят первую оборку породы в кровле, стенах тоннеля. Осматривают и обирают все места, обнажившиеся после взрыва и примыкающие к зоне взрыва на расстоянии не менее 10 м.

Для оборки породы применяют специальные телескопические вышки и рычажные подъемники с выносной стрелой. После уборки породы производят вторичную оборку для ликвидации появившихся навесов и заколов.

Для механизации работ по уборке большого объема пород в зависимости от сечения тоннеля применяют погрузочные машины периодического и непрерывного действия.

В тоннелях с площадью поперечного сечения 40 - 80 м<sup>2</sup> применяют самоходные ковшовые машины и экскаваторы. В тоннелях с площадью поперечного сечения более 80 м<sup>2</sup> используют экскаваторы.

По условиям безопасности высоту черпания экскаватора принимают равной или больше высоты развала. В свою очередь, высота развала больше или равна высоте уступа. Высота погрузки лимитируется высотой кузова транспортного средства с учетом запаса высоты 0,3 м. Зазор между верхним роликом экскаватора и контуром выработки, а также между наиболее выступающей хвостовой частью кузова экскаватора и контуром выработки должен быть не менее 0,4 м.

В закрепленной части тоннеля зазор между наиболее выступающей частью кузова экскаватора и крепью должен быть не менее 0,4 м.

Каждый экскаватор оборудуется медицинской аптечкой, двумя углекислотными или порошковыми огнетушителями, двумя парами проверенных диэлектрических перчаток, металлическим ящиком для хранения однодневного запаса обтирочных материалов.

При погрузке породы экскаватором автосамосвал, находящийся под погрузкой, должен быть заторможен, двигатель его выключен. Ожидающие погрузки автосамосвалы располагают за пределами радиуса действия экскаватора. Отъезд груженой машины и установка машины под погрузку разрешается только после подачи сигнала машинистом экскаватора. Находиться людям между забоем и работающим экскаватором категорически запрещено.

После окончания работы экскаватор отводят на взрывобезопасное расстояние, ковш опускают на подошву тоннеля, кабину запирают и отключают кабель. Кабель, питающий экскаватор, размещается на опорах, а ближайшая часть гибкого кабеля к экскаватору прокладывается по почве тоннеля с соблюдением мер предосторожности. В качестве временной крепи применяют анкеры. Крепят тоннель временной крепью со специальных подмостей или с использованием специальных установок на колесном ходу.

При возведении монолитной бетонной обделки основные условия безопасности заключаются в соблюдении требований безопасности при применении опалубки и укладке бетона в заопалубочное пространство. Немеханизированные передвижные опалубки перемещают специальными лебедками. Они снабжены противоугонными захватами или стопорами, которые надежно закрепляются на месте установки опалубки. При перемещении опалубок присутствие людей на полках или под ними запрещено. В зоне ведения бетонных работ оборудуют свободные проходы для людей и проезды для транспорта, которые надежно перекрывают при ведении работ над ними. На расстоянии 40 м от зоны бетонных работ вывешивают освещенный транспарант – "Внимание! Тихий ход!".

Для укладки бетонной смеси применяют пневмобетоноукладчики, которые обеспечивают давление не менее 0,5 МПа. В связи с тем, что при движении бетонной смеси в бетоноводе возникают большие динамические нагрузки, что может привести к нарушению целостности бетоновода и травмированию рабочих, предусматриваются соответствующие меры безопасности. До начала работ бетоновод испытывают на давление, в 1,5 раза превышающее рабочее. У входного отверстия бетоновода устанавливают гаситель скорости, а при очистке бетоновода сжатым воздухом устанавливают еще и деревянный щит, наклоненный в сторону бетоновода. Людей удаляют от выходного отверстия на расстояние не менее 10 м. Место ведения работ по укладке бетонной смеси оборудуется двусторонней связью с лицами, управляющими бетононасосом.

Меры безопасности при сооружении камер в основном сводятся к соблюдению главных требований безопасности при выполнении буровзрывных работ, креплении, уборке породы.

Строительство камер с большой площадью поперечного сечения сопряжено рядом опасностей, связанных в большей степени с проходкой верхней (сводовой) части камеры. При этом в ряде случаев проходка ведется на полное сечение с использованием соответствующей буровой, погружной, транспортной и другой техники, работающей с применением двигателей внутреннего сгорания, выделяющих большое количество вредных газов.

В силу этого прежде всего необходима активная вентиляция, способная обеспечить быстрое снижение концентрации вредных газов. Обязательным является применение нейтрализаторов выхлопных газов двух ступеней.

Особое внимание уделяется своевременной и качественной оборке пород кровли и креплению подсводовой части как временной в виде анкеров, так и постоянной крепью. Временная крепь предотвращает заколы и обрушение кусков породы.

Подают и укладывают бетонную смесь пневмобетоноукладчики, работающие под давлением 0,5 МПа. Работа этого оборудования должна вестись с соблюдением всех требований безопасности, изложенных в настоящем разделе для условий крепления тоннелей.

---

---

## Глава 4

### МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ОЧИСТНЫХ РАБОТАХ НА УГОЛЬНЫХ ШАХТАХ

---

#### 4.1. Факторы, определяющие безопасность очистных работ

Основными природными факторами, влияющими на уровень травматизма в очистных забоях угольных шахт, являются факторы, которые определяют вид применяемых средств механизации выемки полезного ископаемого и характер других производственных операций – угол падения пласта и его мощность.

Удобство рабочих поз при различной мощности пласта неодинаково, а следовательно, различна степень утомляемости и реакция работающих при возникновении опасных ситуаций.

Статистика подтверждает, что при увеличении мощности пласта и по мере улучшения удобства рабочей позы случаи травматизма снижаются и достигают своего минимума при мощности обрабатываемого пласта 1,8-2,0 м. Кроме того, позитивное влияние оказывает отсутствие значительного отжима угля при мощности пластов 0,6-2,0 м.

По мере увеличения угла падения (залегания) пласта вероятность травматизма также возрастает. Это объясняется тем, что появляется опасность травмирования работающих вращающимися по лаве кусками угля или породы. Кроме того, ухудшаются условия обслуживания механизмов и оборудования, а также доставки необходимых материалов для производственных процессов.

Основными производственно-техническими факторами являются длина лавы (очистного забоя) и скорость ее подвигания.

С увеличением скорости подвигания очистного забоя уменьшается вероятность обрушений пород ложной и непосредственной кровли, которые являются одними из основных причин травматизма в очистных забоях. Исследованиями, проведенными институтами практически во всех угольных бассейнах России и стран СНГ, подтверждены выводы о том, что при увеличении скорости подвигания очистных забоев при индивидуальном креплении и механизированными комплексами (рис. 4.1) до 40-50 м в месяц травматизм уменьшается в 2-3 раза против среднего. Это объясняется тем, что с увеличением скорости подвигания процесс сдвижения пород в зоне забоя

уменьшается, а следовательно, снижается расслоение пород и давление на крепь, уменьшается опасность обрушений непосредственной кровли.



**Рис. 4.1.** Работа механизированного комплекса

Скорость подвигания зависит от длины лавы. Чем больше длина лавы, тем меньше скорость подвигания, что увеличивает вероятность числа обрушений. Однако длина лавы влияет на число ниш и сопряжений, где уровень производственного травматизма значительно выше, чем в самом очистном забое. Существуют оптимальные по фактору безопасности значения длины лавы для различных горно-геологических и технических условий.

Уровень производственного травматизма от обвалов и обрушений угля и породы в лавах в определенной степени зависит от применяемой системы разработки.

Данные по шахтам большинства угольных бассейнов России показывают, что число смертельных и тяжелых несчастных случаев при сплошной системе разработки было значительно выше, чем при столбовой.

Основными причинами травматизма в очистных забоях являются вывалы и обрушения угля и пород кровли и повреждения от машин и механизмов, на долю которых приходится большая часть случаев травматизма. По первой причине в очистных забоях шахт России смертельно травмируются примерно 30%, по второй – 25% от общего количества пострадавших на шахтах угольной отрасли в подземных выработках.

Наиболее распространенными причинами несчастных случаев от обрушения породы и угля в лавах является ведение работ с нарушением паспортов крепления и управления кровлей (примерно 70%), а также

несоответствие их горногеологическим условиям и нарушение установленной технологии (до 30%).

Число несчастных случаев от обвалов и обрушений породы в определенной мере зависит от способа управления кровлей.

Так, при управлении кровлей с частичной закладкой число несчастных случаев в 1,2-1,3 раза больше, чем при управлении кровлей с закладкой выработанного пространства (эти способы широко применялись при широкозахватной выемке угля), а по сравнению с управлением кровлей полным обрушением – меньше на 40-43%.

Широкое применение механизированных комплексов позволяет в значительной степени повысить безопасность труда в очистных забоях за счет механизации процессов крепления и управления кровлей.

Так, по отношению к выемке механизированными комплексами уровень смертельного травматизма (на 1 млн т добычи угля) при выемке узкозахватными комбайнами с индивидуальной крепью выше в 6 раз, струговыми установками – в 2,7 раза, широкозахватными комбайнами – в 3,6 раза и врубовыми машинами.

Вместе с тем, специфика применения механизированных комплексов требует четкого группового взаимодействия работающих с различными механизмами в условиях постоянно изменяющейся производственной среды и непрерывного перемещения рабочего места, что достаточно сложно. Из-за нарушения группового взаимодействия в комплексно-механизированных забоях происходит порядка 30% смертельных случаев от общего числа в очистных забоях с различными средствами механизации и способами управления кровлей и крепления.

По данным МакНИИ, по видам машин травматизм в подземных выработках распределяется следующим образом: на очистных комбайнах происходит около 34%, на скребковых конвейерах – 27%, на механизированных крепях – 23% и на других машинах – 16% несчастных случаев.

Технический прогресс изменяет характер труда и при очистных работах.

Комплексная механизация и автоматизация производственных процессов приводит к уменьшению доли тяжелого физического труда, но и требует от работников повышения профессионального уровня. Труд человека становится более интеллектуальным, увеличивается его умственная напряженность. Управление и обслуживание машин и механизмов требуют более высокого общеобразовательного уровня и специальных профессиональных знаний работников.

Для рабочих ряда горных специальностей, связанных с управлением системами машин, механизмов и электроаппаратуры, целесообразно прово-

дить профессиональный отбор, позволяющий подбирать кадры в соответствии с требованиями применяемой горнодобывающей техники.

Одним из основных организационных факторов является число трудящихся, занятых на очистных работах, которое существенным образом оказывает влияние на вероятность возникновения травматизма.

С одной стороны, при увеличении численности работников в лаве увеличивается эта возможность, а с другой стороны, численность работающих должна быть такой, которая необходима для качественного, с точки зрения безопасности, выполнения технологических операций. Другими словами, численность работающих должна быть оптимальной.

В настоящее время основным направлением развития механизации очистных работ является комплексная механизация процессов выемки, погрузки и доставки угля с использованием узкозахватных комбайнов с бесцепной системой подачи струговых установок, безразборных двухцепных конвейеров и механизированных крепей. Комплексную механизированную выемку угля на пластах пологого и слабонаклонного падения практически применяют на шахтах большинства угольных бассейнов России, СНГ и дальнего зарубежья.

В Подмосковном, Кузнецком, Печорском, Карагандинском и Донецком бассейнах имеются шахты, где очистную выемку осуществляют полностью с применением комплексной механизации. Применение комплексной механизации предопределило не только рост производительности труда, но также существенно снизило вероятность производственного травматизма, повысило уровень техники безопасности.

Вместе с тем, из-за сложных горно-геологических условий отработки весьма значительной доли имеющихся промышленных запасов угля на шахтах применяют широкозахватную и узкозахватную выемку угля с индивидуальной крепью, а также с использованием механизированных крепей, отбойные молотки на тонких и крутых пластах и добычу угля гидравлическим способом.

Различие в уровне травматизма при различных видах технологии очистной выемки объясняется неодинаковым составом производственных процессов, числом и временем нахождения работающих в опасных зонах.

Наибольшее число случаев травмирования при очистной выемке со всеми средствами механизации, кроме отбойных молотков и гидроотбойки, происходит во время оформления забоя, крепления и управления кровлей.

Больше всего несчастных случаев при этих процессах происходит в лавах, оборудованных узкозахватными комбайнами с индивидуальной крепью.

Характерной особенностью применения индивидуальной крепи при узкозахватной выемке является отсутствие стоек между забоем и

конвейером до его передвижки, т.е. наличие бесстоечного пространства. Особенно опасен участок в зоне изгиба конвейера, где приходится проводить работы по зачистке угля после неполной его погрузки комбайном. На это следует обращать повышенное внимание при разработке паспортов крепления и управления кровлей.

При узкозахватной выемке значительно увеличивается скорость движения комбайна по сравнению с широкозахватной, однако темпы возведения индивидуального крепления при узкозахватной выемке остаются теми же, что при широкозахватной. Это во многих случаях приводит к отставанию постоянной крепи от комбайна и, как следствие, к возрастанию интенсивности проявления горного давления на участке изгиба конвейера.

Скорость (темпы) крепления кровли значительно зависит от трудоемкости установки крепи.

В производственной практике в очистных забоях основной мерой безопасности от обвалов и обрушений должны стать механизированные крепи в пластах мощностью 0,8-5,0 м.

На пластах крутого падения основными причинами производственного травматизма очистных забоев являются:

- при комбайновой выемке угля – отсутствие надежных конструкций крепей в местах сопряжения прямолинейной и уступной части лав; необходимость выемки нижних ниш отбойными молотками; возможное застревание угля в углеспускных печах и гезенках; отсутствие надежных конструкций предохранительных полков при значительной протяженности прямолинейного участка лавы;

- в лавах с потолкоуступной формой забоя – несоответствие горно-геологическим условиям принятого способа крепления и управления кровлей; нарушение технологии выемки угля в уступах; отсутствие надежных и безопасных средств доставки лесоматериалов по лаве.

Различные уровни безопасности могут быть достигнуты при различных схемах выемки.

Односторонняя схема предусматривает выемку угля только в одном направлении, а в обратном – производится зачистка лавы исполнительным органом комбайна. Эта схема имеет ряд положительных моментов: полностью ликвидируется ручная зачистка угля по лаве, сокращаются затраты времени на концевые операции, уменьшается длина ниш из-за отсутствия погрузочного лемеха, снижается нагрузка на тяговую цепь и вероятность ее обрыва, обеспечивается лучшее взаимодействие механизированной крепи с кровлей при передвижке секций на наклонных пластах с переменным углом падения и при переходе геологических нарушений.

Челноковая схема работы выемочной машины широко применяется на

пластах с неустойчивой кровлей. По этой схеме осуществляется непрерывность выемки угля от откаточного к вентиляционному штреку и в обратном направлении.

Однако погрузка в этом случае не полностью механизирована, что вызывает необходимость нахождения работников между угольным забоем и конвейером и увеличивает вероятность травмирования их от обрушения угля и породы.

Таким образом, односторонняя схема выемки хотя менее производительна, но более безопасна. Однако выбор схемы следует производить, исходя из сопоставления комплекса горногеологических, производственно-технических и организационных факторов.

Как было выше отмечено, значительное влияние на производственный травматизм в очистных забоях оказывает система разработки, которая определяет характер технологии и условия труда.

При сплошной системе разработки, которая в недавнем прошлом превалировала на шахтах, ухудшаются условия поддержания подготовительных выработок и сопряжений, которые находятся в зоне влияния очистных работ и повышенного горного давления. Совмещение во времени очистных и проходческих работ также негативно отражается на безопасности работников. Кроме того, исключается возможность погашения вентиляционных и откаточных штреков до полной отработки выемочного поля.

Наиболее предпочтительна, в первую очередь, с точки зрения безопасности, система разработки длинными столбами по простиранию пласта, при которой вентиляционные и откаточные штреки, как правило, погашаются, а обратный порядок отработки столба обеспечивает непрерывный фронт работ, улучшает условия эксплуатации очистного оборудования, что является немаловажным фактором для безопасности работающих.

Кроме того, столбовая система разработки способствует заблаговременному обнаружению средних и крупных геологических нарушений, в зоне которых происходит наибольшее число аварий и несчастных случаев.

Широкое распространение на пологих пластах (и слабонаклонных) получила за последнее время столбовая система разработки с отработкой очистных забоев по восстанию и падению пласта. Преимущество такой схемы перед схемой по простиранию пласта заключается в том, что при ее применении устраняется сползание оборудования вдоль забоя под действием собственного веса, обеспечивается прямолинейность и постоянная длина забоя, не зависящая от гипсометрии пласта. При отработке по падению пластов мощностью более 1,5 м снижается отжим угля, который является одной из причин травмирования работающих.

Значительный удельный вес от общего травматизма в очистных забоях составляют аварии на машинах и механизмах или нарушения правил их эксплуатации. Довольно частыми из них являются обрывы тяговых цепей. Травмы при этом нередко являются следствием того, что гидравлические подающие части комбайна не имеют безударной разгрузки тягового органа и могут развивать повышенные тяговые нагрузки.

Значительное число травм происходит во время перестановки крепи, когда при ее разгрузке ложная или слабая кровля может обрушиться.

Забойные конвейеры также являются источниками производственного травматизма, так как до настоящего времени часть конвейеров выпускается без специальных устройств для закрепления приводов, что не обеспечивает надежного крепления приводных и натяжных головок. Созданы новые конвейеры, которые устанавливаются на специальных столах крепей сопряжений, что обеспечивает значительное снижение числа несчастных случаев при их применении.

Современные безразборные цепные конвейеры и очистные комбайны для всех диапазонов обрабатываемых угольных пластов оснащаются лемехами, которые предназначены для зачистки угля при передвижении конвейера к забою, что позволяет ликвидировать ручные работы по зачистке почвы в потенциально опасной призабойной полосе между конвейером и забоем.

Как видно из вышеизложенного, наиболее опасными процессами в очистных забоях являются оформление забоя, крепление призабойного пространства, обслуживание выемочных машин и механизмов, передвижение механизированных и посадочных крепей, так как при выполнении этих операций главными травмирующими причинами в очистных забоях являются вывалы и обрушения пород кровли. Поэтому основным путем снижения травматизма должно быть совершенствование способов и средств крепления и управления кровлей.

Сдвиг непосредственной кровли – одна из причин, вызывающих завалы очистного забоя, которые, как правило, происходят без предупреждающих внешних признаков, что увеличивает возможность несчастных случаев.

Для предотвращения сдвига непосредственной кровли необходимо:

- перед пуском лавы в эксплуатацию провести разведку с целью определения горно-геологической характеристики непосредственной кровли на глубину, равную 5-7-кратной мощности пласта;
- располагать линию забоя так, чтобы угол встречи с направлением трещиноватости составлял не менее  $20^\circ$ , а направление падения трещин не совпадало с направлением подвигания лавы;
- не допускать расположения линии забоя так, чтобы низ опережал верх;

- устанавливать стойки крепи с первоначальным распором, достаточным для предотвращения отслоения непосредственной кровли от основной, и при необходимости усиливать крепи стойками-откосами или кустами.

Породы непосредственной кровли в зонах тектонических нарушений отличаются значительной неустойчивостью. Управление кровлей в таких условиях сильно затруднено и требует применения специальных мероприятий по дополнительному креплению.

Около 30% несчастных случаев в очистных забоях от обрушений породы и угля происходит в зоне расположения ниш и на сопряжениях лав с прилегающими выработками.

Число несчастных случаев на сопряжениях более чем в 2 раза превышает среднюю цифру по остальной длине лавы. Учитывая, что при узкозахватной выемке с индивидуальной крепью и механизированными крепями трудоемкость достигает 15-30% от общей трудоемкости в очистных забоях, становится очевидным, что ликвидация ручных работ или их механизация является безотлагательной задачей, от решения которой во многом зависит безопасность труда в очистных забоях угольных шахт.

Следует обратить внимание на тот факт, что в лавах с механизированными крепями наиболее часто несчастные случаи происходят в нишах, и их число в 2-3 раза выше, чем в лавах с индивидуальной крепью и при широкозахватной выемке.

Это объясняется тем, что в нишах при механизированном креплении, как правило, устанавливают смешанное крепление с различным усилием первоначального распора, что приводит к различным интенсивности и характеру движения пород кровли в лаве и нишах.

Иначе говоря, совместное применение двух типов крепи, имеющих различные характеристики податливости, вызывает перепад в интенсивности и величине сдвижения кровли на границе разных участков крепи и, как следствие, образование многочисленных трещин и заколов.

В свою очередь, недостаточная плотность крепи в нишах и отсутствие перетяжки кровли приводит к неожиданным (внезапным) обрушениям породы.

В то же время при использовании механизированных крепей в лавах наблюдается меньший удельный вес вывалов, чем при индивидуальной крепи (около 20%).

Наиболее трудоемким и опасным процессом является выемка ниш и их крепление.

Анализ травматизма показывает, что наибольшее число несчастных случаев происходит при системе разработки горизонтальными слоями с обрушением и комбинированной системе с гибким перекрытием, что видно из данных (табл. 4.1), полученных по результатам исследований ВостНИИ.

Структура травматизма по отдельным системам разработки довольно разнообразна, но наибольшее число несчастных случаев при всех системах разработки на крутых пластах вызвано обрушением угля и породы, что связано с широким применением буровзрывной технологии выемки угля и систем разработки с обрушением кровли на мощных пластах, обуславливающих ведение работ в условиях высокой нарушенности угольного и породного массива.

Большой удельный вес в общем числе травм при применении различных систем отработки мощных крутых пластов приходится на падение работающих в выработки и обрушения угля и породы (табл. 4.1).

Таблица 4.1

### Интенсивность травматизма при различных системах разработки

Система разработки	Интенсивность травматизма относительно системы разработки длинными столбами по простиранию
Длинными столбами по простиранию	1
Щитовая	1.2
Комбинированная с гибким перекрытием	2.2
Горизонтальными слоями с обрушением	3.8
Наклонными слоями	2.4
Поперечно-наклонными слоями с закладкой	2.6

Доля несчастных случаев по названным причинам достигает половины от общего их числа, а непосредственно в очистных забоях – до 25% от всех несчастных случаев, происходящих при отработке мощных крутых пластов.

Самый высокий уровень травматизма наблюдается при отработке пластов секционными щитами (24-25%) и особенно при отработке пластов мощностью 6-10 м, где уровень травматизма от обрушений угля и пород и падения работников в подщитовом пространстве достигает 40-42%, на сопряжениях печей с забоем – 33%, в печах (при установке крепи, выпуске угля) – 27%.

При щитовой системе разработки весьма высокий уровень травматизма наблюдается при передвижении людей – более одной трети от всего числа несчастных случаев, а самый высокий – при применении секционных щитов.

По местам происшествия несчастные случаи от обрушения угля и пород и падения людей в восстающие выработки распределяются следующим образом: наибольшее число несчастных случаев происходит в подщитовом пространстве в первой и второй печах от ранее выработанного пространства. Такой характер их распределения можно объяснить различной интенсивностью проявления сил горного давления по длине щитового столба.

По результатам проведенных исследований установлено, что максимальная концентрация напряжений в зоне опорного давления при отработке крутых пластов щитами наблюдается на расстоянии 10-15 м от выработанного пространства. Этому способствуют и буровзрывные работы, при которых разрушаются опорные целики и устья первых печей, расположенных вблизи обрушенного пространства после отработки столба. Все это приводит к обрушениям, сползанию и прорывам породы из выработанного пространства и несчастным случаям.

Таким образом, исходя из вышеизложенного, к основным причинам происходящих несчастных случаев при отработке мощных пластов крутого падения (в основном на Прокопьевске-Киселевском месторождении Кузбасса) можно отнести:

- нарушение технологии ведения работ под щитами;
- конструктивное несовершенство и ненадежность предохранительных решеток в углеспускных печах;
- несовершенство систем индивидуальной страховки для работающих в щитовых забоях;
- отсутствие ловильно-предохранительных устройств для работающих в щитовых забоях.

Травматизм при нарушении технологии наиболее высок на пластах мощностью более 6 м при отработке секционными щитами и при отработке пластов мощностью 3,5-5,0 м бессекционными щитами.

При разработке технологии ведения работ следует находить оптимальные решения в выборе и принятии геометрических параметров подщитового пространства, углов откосов щитового забоя по висячему и лежачему бокам пласта относительно горизонтальной плоскости, высоты подщитового пространства над устьями углеспускных печей, углов наклона щита вкрест простирания и по простиранию пласта относительно горизонтальной плоскости, высоты подщитового пространства над устьями углеспускных печей, углов наклона щита вкрест простирания и по простиранию пласта относительно горизонтальной плоскости, оставлению достаточной, по условиям устойчивости, ширины кромки однощитовых опорных целиков.

## 4.2. Роль организации труда

Наравне с природными и производственно-техническими факторами существенное влияние на улучшение условий труда шахтеров оказывают организационные факторы, обеспечивающие выполнение инженерно-технических мер по внедрению комплексной механизации и автоматизации трудоемких и небезопасных технологических процессов, а также профессиональную подготовку рабочих кадров и инженерно-технических работников для выполнения технологических и технических производственных операций на рабочем месте в очистном забое.

Одним из решающих направлений организации труда в очистных забоях в 70-е годы становится внедрение комплексной механизации, где доля ручного труда по отношению к объему работ, выполняемых широкозахватными и узкозахватными средствами механизации с применением индивидуальных средств управления кровлей и креплением, снижается на 30-40%. Это организационное направление не потеряло актуальности и в настоящее время, так как области применения комплексной механизации в очистных забоях России и СНГ должны расширяться, особенно для отработки тонких пологих и крутых, а также мощных крутых угольных пластов со сложной тектоникой.

На угольных шахтах России имеется значительный опыт организационной работы по достижению высокой среднесуточной добычи угля. Это становится возможным при одновременном выполнении комплекса инженерно-технических и организационных мер, которые включают применение прогрессивных технологических схем подготовки выемочных блоков и участков, вентиляции, транспортных коммуникаций, а также высокий уровень подготовки рабочих и инженерных кадров, повышение их профессионализма, трудовой и технологической дисциплины, сводящих до минимума возможность возникновения несчастных случаев.

Следует отметить, что самым важным в организации работ является профессиональная подготовка рабочих кадров, их систематическое повышение знаний, навыков, а также проведение систематических профилактических мероприятий по улучшению состояния техники безопасности.

На шахтах России и СНГ, как правило, принята пятидневная рабочая неделя, в выходные дни проводят профилактические и ремонтные мероприятия.

Режим работы на шахтах четырехсменный, поскольку во всех странах бывшего СССР для подземных рабочих установлен 6-часовой рабочий день.

Практика показывает, что успешная работа во всех сменах как по ремонту, так и по добыче угля во многом зависит от организации работ в ремонтно-подготовительной смене. В эти смены выходят опытные работни-

ки, владеющие сложными профессиями и выполняющие ремонт и профилактический осмотр механизмов, опробование механизмов под нагрузкой, наладку и контроль электроаппаратуры.

Организация труда в бригадах может быть посменная и комплексно-суточная, преимущество которой перед посменной заключается в повышении ответственности работников смены за подготовку рабочего места и оборудования, отвечающего требованиям ПБ для следующей смены членов комплексной бригады.

Для выдачи наряда на проведение работ в лаве должна быть получена информация горного мастера или другого руководящего работника каждой смены о положении дел на участке, после чего выписывается наряд, проводится инструктаж по безопасному ведению работ и делается сообщение о происходящих нарушениях техники безопасности на шахте.

На участках и в бригадах нужно проводить систематически кропотливую воспитательную работу по вопросам безопасности. Это диктуется необходимостью, так как сложившийся уровень производственного травматизма говорит о неудовлетворительном состоянии техники безопасности на многих шахтах, о недостаточности и неэффективности проводимых профилактических мер по снижению числа несчастных случаев.

Анализ числа травмированных на шахтах России подтверждает выводы предыдущих лет по шахтам бывшего СССР, что проводимые на шахтах профилактическая работа и инструктажи по технике безопасности неравнозначно воспринимаются работниками шахт различного возрастного состава. Казалось бы, что больше всего подвержена возможности травматизма возрастная группа работников со стажем работы от одного года до пяти лет, однако среднестатистические данные показывают, что эту возрастную группу по уровню травматизма опережают работники со стажем подземной работы от 5 до 25 лет.

Так, на шахтах России уровень смертельного травматизма от всех несчастных случаев в отрасли в возрастной группе от одного года до пяти лет составляет 40-45%, а в возрастной группе от 5 до 25 лет стажа работы – примерно 55%.

Это можно объяснить двумя причинами. Во-первых, для выполнения технологических операций в особо сложных и опасных условиях работы посылают высококвалифицированных, профессиональных работников с большим производственным опытом работы в подземных условиях; во-вторых, как ни парадоксально, эти критерии способствуют увеличению уровня травматизма в этой возрастной группе. Здесь у работников этой группы срабатывает психологический фактор – поскольку имеется большой опыт работы, то они иногда пренебрегают мерами безопасности, необходи-

мыми для выполнения работ в особо опасных условиях, что влечет за собой возникновение травмоопасной ситуации.

Большое внимание по обеспечению безопасных условий работы должно уделяться молодым рабочим. Они должны быть прикреплены к опытным горнякам, которые могли бы в любую минуту оказать им помощь советом и делом.

### **4.3. Требования безопасности при очистной выемке на рудниках**

Очистная выемка может начинаться только после проведения всех мероприятий, предусмотренных проектом и всех необходимых мер по обеспечению безопасности. Эти меры должны соблюдаться в течение всего времени ведения очистных работ.

При использовании любой системы разработки должен быть обеспечен надлежащий учет доз выпуска руды в соответствии с планограммой выпуска руды из блока.

В случае временной (свыше трех суток) остановки очистных работ они могут быть возобновлены только с письменного разрешения начальника участка после приведения забоя в безопасное состояние.

Возобновление работ после ликвидации последствий аварии допускается с письменного разрешения главного инженера шахты по согласованию с территориальным органом Ростехнадзора России.

При одновременном ведении очистных работ на смежных этажах забои верхнего этажа должны опережать забои нижнего этажа на безопасное расстояние, определенное проектом.

Выпускные дучки или люки не должны располагаться в кровле выработки или напротив выработок, служащих для перепуска руды на нижележащие горизонты (подэтажи).

На штреках (ортах) скреперования всегда должен сохраняться свободный проход по высоте не менее  $2/3$  высоты выработки.

Запрещается вести работы в скреперных штреках (ортах) как при зависании горной массы в дучках и без надлежащего перекрытия выпускных отверстий.

Запрещается взрывание зарядов в камере, скреперном штреке (орте), камере грохочения и других выработках, расположенных над откаточным горизонтом, до заполнения горной массой выработок выпуска, выходящих на откаточную выработку, не менее чем на 3 м от их устья.

При работе на уступах и расширении восстающих выработок сверху вниз рабочие должны пользоваться предохранительными поясами, прикрепленными канатом к надежной опоре.

Оставлять в очистной камере в качестве потолочины днища вышележащей камеры допускается только при условии заполненных дучек (рудоспусков) и состояния днища, отвечающего требованиям устойчивости потолочины.

Подходные выработки к отработанным очистным камерам должны быть перекрыты. Допуск людей в отработанные камеры запрещается.

В начале смены и в процессе работы должна проводиться проверка устойчивости кровли забоя и стенок выработок. В случаях опасности самобрушения работы останавливаются и люди выводятся в безопасное место.

Возобновление работ производится с разрешения главного инженера шахты.

Во время работы скрепера рабочие не должны находиться на скреперной дорожке или в зоне действия скреперного троса.

Скреперная лебедка должна быть установлена так, чтобы с одной ее стороны оставался проход шириной не менее 0,7 м для обслуживания лебедки, с другой стороны – шириной не менее 0,6 м для ведения монтажных работ.

Грохоты должны быть надежно установлены и ограждены со стороны прохода людей.

Решетка грохота должна представлять собой прочную металлическую конструкцию. Запрещается размещение непосредственно на грохоте скреперных лебедок и виброустановок для выпуска руды.

Высота камеры грохочения должна быть не менее 2 м в свету, а ширина свободного прохода у грохота не менее 0,5 м.

Для пропуска руды при ее забутке в дучках, рудоспусках и люках рабочие должны пользоваться удлиненным инструментом.

Ликвидация завесаний, образовавшихся сводов в отбитой руде (в очистном пространстве) должна производиться из безопасного места взрыванием зарядов с применением детонирующего шнура, подаваемых на шестах, или другими безопасными способами.

При работах с обрушением боковых пород и кровли в случаях задержки обрушения кровли свыше шага, установленного паспортом, необходимо применять принудительное обрушение. При этом очистные работы запрещаются, а работы по обрушению производятся в соответствии с мероприятиями, утвержденными главным инженером шахты.

Выходы из обрушаемого участка до начала работ по обрушению должны быть освобождены от материалов и оборудования, а в случае необходимости дополнительно закреплены.

Запрещается применять системы разработки с обрушением руды и вмещающих пород при наличии в налегающих породах плывунов, неосушенных песков, суглинков и карстов, заполненных водой или газами.

Посадка кровли должна производиться под непосредственным руководством лица технического надзора в соответствии с проектом организации работ.

При посадке налегающих пород и гибкого настила (мата) с применением систем слоевого обрушения:

а) подрывание крепи при погашении заходок и лавы должно производиться с использованием электродетонаторов или детонирующего шнура;

б) устья восстающих должны быть надежно перекрыты;

в) запрещается производить очистные работы по выемке слоя при зависании или задержке обрушения гибкого настила до их устранения, а также в период движения и обрушения покрывающих пород;

г) при выемке первого слоя разрабатываемого рудного тела на почву должен укладываться усиленный настил для образования гибкого мата, а также должны приниматься меры для создания предохранительной шестиметровой породной подушки путем искусственного обрушения покрывающих пород взрыванием зарядов в скважинах, пробуренных в кровле выработки;

д) между обрушенным пространством и работающей заходкой или лавой должно быть оставлено не менее одной и не более трех выработанных заходок или полос, которые должны быть тщательно закреплены;

е) не допускается разборка забоя после взрывных работ из смежной заходки.

При системе разработки подэтажными штреками:

а) работа по отбойке руды из открытых заходок должна производиться с применением предохранительных поясов, в трещиноватых и неустойчивых рудах запрещается вести отбойку из открытых заходок;

б) запрещается пребывание людей в открытой камере;

в) ширина заходок в подэтажах при устойчивых рудах должна быть не менее 2 м и высота не менее 2,5 м. Высота закрытых заходок допускается до 3 м;

г) потолкоуступное расположение подэтажей допускается при разработке весьма устойчивых руд, максимальная величина опережения уступов не должна превышать 6 м;

д) при отбойке руды из подэтажных выработок запрещается взрывание вееров скважин из этих выработок на камеру при отсутствии предварительно пробуренных трех вееров скважин.

При системах разработки с магазинированием руды:

а) людям запрещается находиться в камере магазина при выпуске руды и выполнять бурение и дробление руды до оборки кровли и боков;

б) расстояние между кровлей и отбитой рудой не должно превышать 2,5 м; при отработке рудных тел малой мощности на поверхности замагази-

нированной руды в очистном пространстве должны быть настелены доски, с которых осуществляется бурение шпуров;

в) после отбойки руды на всю высоту магазина входы в него должны быть закрыты;

г) величина опережения линии забоев смежных блоков при отработке их без оставления целиков определяется проектом.

При системах этажного (подэтажного) обрушения:

а) запрещается находиться людям в оконтуривающих выработках блока, полностью подготовленного к обрушению;

б) при отработке блока (камеры) должен вестись контроль за процессом обрушения из специальных выработок, соединенных с оконтуривающими выработками, смотровыми сбоями или с помощью глубоких контрольных скважин;

в) при задержке (отставании) обрушения руды выпуск ее должен быть прекращен;

г) при одновременной отработке нескольких подэтажей системой подэтажного обрушения каждый верхний подэтаж должен опережать нижний на расстояние, устанавливаемое проектом, но не менее чем на длину, равную высоте одного подэтажа;

д) при системе разработки блоковым (этажным) обрушением: смотровые восстающие, служащие для наблюдения за процессом обрушения, должны проходить вне контура блока (камеры) на расстоянии, исключающем их нарушение; буровые выработки должны соединяться с откаточным горизонтом или горизонтом вторичного дробления (скреперования) восстающими, сбитами с вентиляционными выработками.

При отбойке руды глубокими скважинами:

а) при образовании отрезной щели взрыванием зарядов в глубоких скважинах необходимо устраивать ограждения щели, предохраняющие людей от падения в нее;

б) проходка буровых штреков или ортов и глубоких скважин из них должна опережать линию обрушения забоя не менее чем на один буровой орт (штрек).

При системе разработки слоевым обрушением:

а) ширина заходки и высота слоя не должны превышать 3 м;

б) отработка блока может вестись одновременно в нескольких слоях при условии отставания работ в одном слое от другого на расстояние, обеспечивающее нормальную посадку гибкого настила (мата) и породы, но не менее чем на 10 м.

Выпуск обводненной горной массы из рудоспусков должен производиться в соответствии со специально разработанной организацией работ и при

условии оборудования рудоспусков люковыми затворами с дистанционным управлением или применения скреперных лебедок и других устройств и мер, исключающих нахождение людей под рудоспуском.

При камерной, камерно-столбовой системе разработки должна соблюдаться сносность целиков и камер по восстанию. При невозможности соблюдения соосности целиков и камер между ними должен быть оставлен ленточный целик, ширина которого определяется проектом.

Необходимость и целесообразность закладочных работ, выбора способов закладки, а также технологии транспортирования закладочных смесей и материалов в выработанное пространство обосновываются проектом.

Укладка магистральных трубопроводов и их оборудование осуществляются по проекту, а участковых – по схемам и паспортам, утвержденным главным инженером шахты. Трассы магистральных трубопроводов оборудуются приборами контроля давления, устройствами аварийного сброса закладочной смеси и воды, телефонной связью с оператором закладочного комплекса и диспетчером шахты. Для ликвидации "пробок" параллельно магистральному закладочному трубопроводу укладывается водопровод.

Начало и окончание закладочных работ по каждому участку должно оформляться актом, утвержденным главным инженером шахты.

При системе горизонтальных слоев с твердеющей закладкой:

а) при восходящей выемке слоев нормативная прочность твердеющей закладки в почве очистной выработки должна обеспечивать безопасное передвижение по ней применяемого самоходного оборудования;

б) при нисходящей выемке слоев несущий слой закладки к началу отработки нижележащего слоя должен иметь нормативную прочность, обеспечивающую безопасность при ведении очистных работ под ним.

Оценка устойчивости закладочного массива должна производиться в соответствии с требованиями нормативной прочности твердеющей закладки: при обнажении в боку очистной выработки – в зависимости от высоты обнажения, при обнажении в кровле очистной выработки – в зависимости от ширины пролета выработки.

Сообщение с очистными забоями должно производиться по оборудованным в соответствии с требованиями настоящих Правил ходовым отделениям, которые должны быть всегда очищены от руды и находиться в состоянии, пригодном для пользования.

При системе разработки с распорной крепью на крутых и наклонных рудных телах люди должны входить в очистной забой по отштитуемому людскому ходу и передвигаться с уступа на уступ только по лестницам; рабочие полки в очистном пространстве должны перекрывать полностью сечение очистной щели; предохранительные полки, расположенные на распорах не

более 1,3 м ниже уровня рабочих полков, должны перекрывать не менее 2/3 площади очистной щели.

Запрещается при системе разработки подэтажным обрушением заходить в обрушаемое пространство.

При системе разработки этажным принудительным обрушением запрещается выход людей из выработок в пустоты, образовавшиеся в период подсечки и обрушения массива, за пределы подсечных выработок.

Выходы этажных и подэтажных выработок в камеры должны быть ограждены.

Подземные дробильные комплексы и блоковые дробилки должны оборудоваться в соответствии с проектом, разработанным специализированными организациями и утвержденным в установленном порядке.

В проекте должны быть предусмотрены:

а) способы предупреждения и защиты от выбросов кусков материала из дробилок;

б) средства очистки аспирационного воздуха от пыли или удаление его на общешахтную исходящую струю;

в) меры безопасности при спуске людей в рабочее пространство дробилок и при разбуровке дробилки, защиту от возможного взрыва пыли;

г) средства защиты оператора с помощью решетчатых механических ограждений;

д) методы удаления из рабочего пространства дробилок негабаритных кусков руды в случае их застревания.

Выемка целиков должна производиться в соответствии со специальными проектами организации и производства работ, которые также могут являться составной частью проекта на отработку блока в целом.

При выемке междукамерных, надштрековых и потолочных целиков:

а) перед обрушением потолочных и междукамерных целиков крепь откаточных выработок горизонта должна быть проверена, и в случае ее ненадежности произведено надлежащее крепление;

б) запрещается вынимать междукамерные целики системами, требующими проведения горных выработок при незаложенных или незаполненных рудой (породой) смежных камерах;

в) запрещается для подготовки целика к выемке или для выемки смежных с ним камер проходить в целиках выработки, нарушающие их устойчивость и предусмотренные проектом;

г) потолочины, днища и междукамерные целики при незаполненной камере должны выниматься одним из способов массового обрушения;

д) все подготовительные работы по обрушению потолочины и междукамерных целиков должны производиться до окончания выемки камеры;

запрещается производить какие-либо работы и находиться людям в выработках потолочины незаложенной камеры, за исключением работ по заряданию минных камер и скважин;

е) при обрушении потолочины над отработанной и выгруженной камерой глубокими скважинами бурение их должно проводиться из безопасных в отношении обрушения выработок, находящихся за контуром потолочины;

ж) при выемке надштрекового целика бурение шпуров в целике, а также выпуск руды должны производиться только из-под крепи штрека или орта; при сплошной крепи допускается удаление отдельных рам крепи, а при креплении разбежку – частичное удаление затяжки;

з) вынимать целики системами, требующими проведения горных выработок над горизонтами грохочения, допускается только после закладки или обрушения выработанной камеры;

и) запрещается оставлять целики на высоту более чем на один этаж при незаложенных и более чем на два этажа при заложённых камерах;

к) при массовом обрушении целиков должны быть приняты меры, исключающие опасные последствия воздушного удара. Во всех случаях не позже чем за двое суток до взрывания необходимо поставить об этом в известность ВГСЧ и территориальные органы Госгортехнадзора России;

л) при задержке посадки горной массы при обрушении целиков или при неполном их обрушении на данном участке запрещается проведение других работ до ликвидации зависания.



---

---

## Глава 5 МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ МАШИН И МЕХАНИЗМОВ

---

### 5.1. Общие положения

На горных предприятиях большая часть работ механизирована и используются много машин. От этого облегчается труд рабочих, производительность становится выше, но, с другой стороны, появляются угрозы для жизни и здоровья работников и окружающей среды. Для этого должны соблюдаться меры безопасности при эксплуатации.

В то же время применение машин и механизмов является безопасным лишь при соблюдении определенных условий и правил по их содержанию, эксплуатации и ремонту, а при работе с нарушениями Правил безопасности горные машины сами могут стать причиной аварий и травматизма. Требованиям безопасности должны удовлетворять применяемые машины и механизмы, персонал, обслуживающий их, и способ применения этих средств механизации.

Работа на горных машинах, обслуживание и уход за ними могут быть поручены только лицам, прошедшим специальное обучение и получившим право на управление этими машинами и их обслуживание. Современные машины, применяемые на карьерах, характеризуются большой мощностью и высокими скоростями и работа на них лиц, не имеющих необходимой подготовки и навыков, опасна не только для них самих, но и для окружающих.

С появлением выемочных горных комбайнов появились и новые причины травм в виде отбойных органов и подающих цепей, а управление механизированными крепями часто приводило к придавливанию людей при передвижке секций. После ограждения отбойных органов щитками, замены цепей бесцепными подачами и перенесения пультов управления передвижкой на соседнюю секцию число случаев травмирования по указанным причинам значительно сократилось.

С внедрением механизированных очистных комплексов увеличилась производительность труда горнорабочих, снизилась трудоемкость работ по передвижке секций крепи, что способствовало снижению тяжести труда. Но удельный вес травм при очистных работах в общем травматизме практически не уменьшился из-за того, что рабочие не выведены из опасных зон, а также вследствие несоответствия уровня механизации работ в лаве и на сопряжениях.

Эти примеры показывают, что появление новых опасных и вредных факторов в разрабатываемой технике чаще всего обусловлено недостаточным вниманием конструкторов к вопросам охраны труда, в первую очередь к прогнозированию возможных сопутствующих вредностей и причинителей травм.

В зависимости от степени оснащения производственных процессов техническими средствами механизация может быть частичной или комплексной. Комплексная механизация является основой для автоматизации производственных и технологических процессов.

Цель автоматизации производства – повышение производительности труда, улучшение качества продукции и технико-экономических показателей работы предприятия за счет повышения эффективности технологии и управления производственными процессами, а также оптимального использования ресурсов предприятия. Одновременно автоматизация создает условия для повышения безопасности процессов и улучшения производственной среды, поднимает общий уровень культуры труда. Различают автоматизацию частичную, комплексную и полную.

Частичная автоматизация – автоматизация одного или нескольких отдельных звеньев производственного процесса. Применяется в случаях, когда непосредственное управление слишком сложно для человека или осуществляется в условиях, опасных для его жизни или здоровья.

Комплексная автоматизация предполагает автоматизацию всех основных звеньев производственного процесса, управление которыми и контроль осуществляются автоматически с помощью технических средств по заданной программе при общем наблюдении человека-оператора за работой всего комплекса.

Полная автоматизация передает функции человека-оператора управляющим машинам. При этом исключаются ошибки, связанные с несовершенством работы человека.

Следует отметить, что механизация и автоматизация трудовых процессов снижают тяжесть труда только по величине энергозатрат, т.е. заменяют тяжелый физический труд трудом оператора. Но управление современными машинами, сложными техническими комплексами, различными видами транспорта, как правило, нельзя отнести к легкому труду. Этот вид труда осуществляется в условиях ограниченной подвижности, он связан с длительными статическими мышечными нагрузками, которые являются наиболее утомительными. Кроме того, этот труд сопровождается большим эмоциональным напряжением, вызванным повышенной ответственностью за результаты труда, необходимостью восприятия большого объема информации и принятия решений в условиях ограниченного времени. Труд опера-

тора при систематическом переутомлении приводит к нарушениям нервной и сердечно-сосудистой систем организма. При этом утомление само по себе вызывает снижение внимания и скорости реакций оператора, что приводит к росту травматизма и аварийности.

В режиме оператора в шахтах работают машинисты электровозов, комбайнов и других машин, а также оператор автоматической газовой защиты на газовых шахтах, горный и транспортный диспетчеры. Диспетчеры испытывают наибольшие нагрузки, поскольку они координируют работу всего предприятия, в том числе и в аварийных ситуациях, и вследствие этого несут огромную ответственность за свои действия.

Факторы, обуславливающие ошибки в работе оператора: недостаток информации при авариях, дефицит времени на принятие решений и неадекватная реакция в стрессовой ситуации (влияние стресса усугубляется страхом, обусловленным повышенной ответственностью, неуверенностью в себе, недостатком знаний и опыта). Часть этих ошибок, причины которых не связаны с индивидуальными личностными качествами, может быть исключена в результате обучения.

По мере внедрения сложной техники современное производство требует все более высокой квалификации работников. Обучение становится более длительным и сложным, удорожается воспроизводство производительных сил, что требует удлинения сроков трудоспособной жизни населения.

С другой стороны, развитие механизации, автоматизации и дистанционного управления позволяет сократить (или даже исключить) пребывание людей в опасных зонах, снизить содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны, уровни шума, вибраций и других вредностей, т.е. создает реальные предпосылки улучшения условий труда.

Таким образом, механизация производственных процессов и их автоматизация, наряду с положительными моментами, приводят к появлению новых проблем в области охраны труда.

При создании сложного высокомеханизированного и автоматизированного оборудования важнейшее значение для обеспечения точности и безопасности его работы приобретают эргономические и психофизиологические требования.

С развитием автоматизации функции регулирования все в большей степени передаются автоматам, и система человек-машина становится сложнее, но в любом случае информация об управляемом объекте поступает на индикаторы, за которыми наблюдает человек. Задачами оператора в такой системе являются контроль за работой системы автоматического регулирования, предупреждение аварий, выявление неисправностей и принятие мер по их устранению.

Наиболее важные параметры оператора в системе управления – скорость реакции, точность его действий и надежность работы. Независимо от того, в какой роли выступает человек в роли приемника, анализатора, ретранслятора информации или исполнителя, – скорость реакции оператора определяется временем полного цикла регулирования, т.е. временем, в течение которого объект переводится из исходного состояния в заданное.

## **5.2. Опасные и вредные факторы, основные причины травматизма при эксплуатации машин и механизмов**

Безопасность труда человека на производстве определяется тремя условиями:

- безопасностью производственного оборудования;
- безопасностью технологического процесса;
- безопасностью трудового процесса.

Состояние каждого звена, составляющего эту систему, влияет на все остальные и, в свою очередь, зависит от них. Первая составляющая этой системы – безопасность применяемого оборудования – оказывает важнейшее влияние на безопасность труда в целом. Работа горного оборудования может сопровождаться воздействием ряда опасных и вредных факторов, обуславливающих его потенциальную опасность:

- движущиеся машины и механизмы;
- незащищенные подвижные элементы и выступающие части оборудования;
- перемещающиеся материалы и отбитая горная масса;
- опасность поражения электричеством;
- опасность воспламенений и взрывов метано-воздушной смеси при искрении;
- повышенное пылеобразование;
- повышенные уровни шума и вибраций.

Травматизм при обслуживании механизированного оборудования на подземных работах занимает третье место и в последние десять лет удерживается на уровне 10-12%. Основные причины травмирования могут быть объективными и субъективными. Объективные связаны с недостатками собственно оборудования. Таковыми являются несовершенство конструкций, низкая надежность, низкая износостойкость в условиях агрессивной шахтной среды. Субъективные причины обусловлены слабой трудовой дисциплиной и низким уровнем квалификации рабочих, т.е. низкой безопасностью трудового процесса. К ним относятся: использование техники для выполнения непредусмотренных работ или в непредусмотренных усло-

виях; осмотр и ремонт оборудования на ходу или без отключения электрического напряжения; работа с неисправными устройствами безопасности (без ограждений, блокировок, орошения или недостаточной смазки и т.п.); неправильная организация и нарушение правил безопасности работ.

Анализ причин травматизма в комплексно-механизированных лавах показывает, что удельный вес травм в результате повреждения машинами и механизмами составляет около 30%. Из них около 50% приходится на субъективные причины: нахождение в опасной зоне (14,3%), ошибочные действия (6-12%), несогласованность действий (2,9-10,2%), проведение непредвиденных работ (2-3%).

Объективно опасность производственных процессов и оборудования определяется главным образом техническими решениями, принимаемыми на стадии проектирования. В процессе эксплуатации оборудования важнейшую роль для обеспечения безопасности труда играет правильная организация технологического процесса, а также профессиональная квалификация работающих и дисциплина труда. Таким образом, безопасность человека при обслуживании машин и механизмов обеспечивается комплексом технических и организационных мер.

Назначение технических мер – предусмотреть исключение или сведение к минимуму возможности травмирования обслуживающего персонала в производственных условиях за счет совершенствования конструкций машин и механизмов, максимального приспособления их к особенностям соответствующего технологического процесса. Назначение организационных мер – правильное распределение функций между человеком и машиной, выбор рационального режима труда и отдыха для предупреждения психофизиологических причин травматизма и заболеваемости, организация профотбора и обучения работающих, воспитание трудящихся и укрепление трудовой дисциплины.

Общие принципы обеспечения безопасности производственных процессов и оборудования заключаются в следующем:

- использование прогрессивных технологий и принципов действия оборудования – легко управляемых, основанных на применении безвредного сырья и материалов, в минимальной степени загрязняющих производственную и природную среду;
- обеспечение пожаро- и взрывобезопасности;
- применение коллективных средств защиты работающих от вредных и опасных факторов как неотъемлемых элементов конструкций машин и механизмов;
- использование эффективных систем управления оборудованием, технологическими процессами и контроля над ними.

### 5.3. Принципы обеспечения безопасности при эксплуатации машин

Общие требования безопасности к производственным процессам и оборудованию сформулированы в ГОСТах на производственные процессы и оборудование. Перечисленные выше принципы обеспечения безопасности производственных процессов реализуются путем совершенствования технологий в следующих направлениях:

- замена сложных многостадийных процессов менее сложными (лучше одностадийными);
- переход от периодических процессов к непрерывным, легче поддающимся автоматизации;
- устранение непосредственного контакта работающих с вредными исходными материалами, готовой продукцией или отходами производства;
- удаление и обезвреживание отходов производства;
- применение систем управления технологическим процессом и контроля за ним, обеспечивающих защиту работающих, информацию о возникновении вредных и опасных факторов, а также аварийное отключение производственного оборудования;
- размещение оборудования и организация рабочих мест, обеспечивающая удобство обслуживания и наблюдения за работой оборудования.

Применяемые в конструкции оборудования материалы не должны быть источниками выделения вредных веществ, взрыво- или пожароопасными в условиях производственной среды.

Движущиеся части оборудования, представляющие опасность, должны быть снабжены техническими средствами защиты – рабочие органы, захватывающие, зажимные и подъемные устройства или их приводы должны оснащаться специальными защитными приспособлениями.

В конструкции оборудования должны быть предусмотрены средства, обеспечивающие защиту от поражения электрическим током в процессе его эксплуатации, а также устройства для функционального удаления и аварийного сброса взрыво- и пожароопасных веществ.

Конструкция должна обеспечивать снижение до допустимых уровней интенсивности шума, ультра- и инфразвука, вибраций, электромагнитных полей и ионизирующих излучений. Оборудование не должно быть источником выделения в рабочую зону и в окружающую среду вредных веществ, избытков тепла и влаги, т.е. должно быть достаточно герметичным.

Элементы оборудования, с которыми возможен контакт работающих, не должны иметь острых углов, горячих или переохлажденных поверхностей.

Для безопасного обслуживания оборудования необходимо предусматривать проходы, площадки и переходы, лестницы, перила и т.п.

Оборудование должно иметь средства сигнализации о нарушениях нормального режима работы, а также автоматического отключения и останова.

Требования к органам управления:

- удобство формы и размеров;
- удобство размещения с точки зрения необходимых усилий перемещений, последовательности и частоты использования;
- исключение возможности произвольного и самопроизвольного включения-выключения;
- унификация управления однородным оборудованием;
- специальная окраска органов аварийного отключения, обеспечивающая легкость их поиска, и доступность.

Требования к техническим средствам защиты сводятся в основном к тому, чтобы функционирование его было невозможно при отключенных или неисправных средствах защиты, входящих в конструкцию оборудования. Отказ отдельных элементов защитных средств не должен прекращать защитного действия других средств или создавать дополнительную опасность.

Все защитные устройства, которые могут быть сняты или затрублены, должны обеспечиваться средствами, исключающими возможность работы основного оборудования в такой ситуации, вплоть до блокировок, останавливающих рабочий процесс.

## **5.4. Ограждение движущихся частей**

Как показывает анализ травматизма при обслуживании горных машин, основные технические причины аварий и несчастных случаев следующие: отсутствие автоматического отключения комбайнов и конвейеров; сползание комбайнов при включении двигателей; отсутствие устройств для устранения вибраций тяговой цепи во время работы комбайна; отсутствие ограждений исполнительных органов; отсутствие выносных пультов дистанционного управления комбайнами; низкая надежность тяговых цепей.

Наиболее часто причинителями травм при эксплуатации механического оборудования (выемочных или проходческих комбайнов, породопогрузочных машин, буровых станков, а также транспортных средств) являются: движущиеся (особенно вращающиеся) части и детали при отсутствии ограждений или кожухов; корпус машины при наезде, падении, соскальзывании или при давлении; тяговые и предохранительные канаты и цепи при их обрыве или вибрировании; падающие части машин (например, стрела исполнительного органа проходческого комбайна, выносная стрела конвейерного погрузчика,

ковш погрузочной машины и др.); электрический ток; разлетающиеся и обрушающиеся при отбойке или погрузке горной массы куски горных пород; падающие во время ремонтов детали и инструменты и т.п. При гидравлической отбойке горных пород уровень производственного травматизма значительно ниже, чем при механической. При работе гидромониторов причинами травм могут быть струя воды, выбрасываемая под давлением из монитора или напорного водопровода при его прорыве, а также корпус гидромонитора или трубопровод при внезапном повороте или сдвигении.

Для предупреждения травматизма и объективного снижения опасности труда в шахтах по фактору "повреждение людей машинами и механизмами" применяются различные технические средства, обеспечивающие коллективную безопасность работающих.

Основными техническими средствами коллективной защиты работающих от опасных и вредных производственных факторов, связанных с работой оборудования, являются защитные устройства, препятствующие попаданию человека в опасную зону.

Опасной зоной считается пространство, в котором постоянно или периодически проявляется воздействие опасных (или вредных) факторов. Опасная зона может быть ограниченной (локализованной вокруг опасного элемента конструкции) и неограниченной, изменяющейся в пространстве и времени (например, пространство под транспортируемым грузом).

Защитные устройства весьма разнообразны как по принципу действия, так и по конструкции. Важнейшее общее требование к защитным устройствам состоит в том, что они не должны терять своих защитных свойств под воздействием неблагоприятных и агрессивных факторов производственной среды (высокие температуры, влага, вибрации и др.).

Условно их подразделяют на следующие группы.

Оградительные устройства – физические преграды между человеком и опасным (или вредным) фактором: кожухи, щиты, экраны, барьеры и т.п. По способу установки ограждения бывают стационарными, передвижными, откидными, раздвижными, съемными. Ограждения могут выполняться как сплошными, так и сетчатыми или решетчатыми.

Блокировки – средства, обеспечивающие отключение, а также закрепление рабочих органов машин или элементов электрических схем в определенном состоянии, которые применяются для предотвращения аварийных и травмоопасных ситуаций. По принципу действия блокировочные устройства могут быть механическими, электронными, электромагнитными, электрическими, пневматическими, оптическими и комбинированными. Механические блокировки, как правило, очень сложны, поэтому чаще всего применяются электрические или электронные устройства.

Предохранительные устройства – средства, обеспечивающие безопасность эксплуатации оборудования путем ограничения скоростей, давлений, температур, механических нагрузок, электрического напряжения и других факторов, которые могут привести к разрушению оборудования и травмированию персонала. Эти устройства останавливают рабочий процесс при выходе контролируемого параметра за допустимые пределы.

Предохранителями от механических нагрузок, например, являются срезающиеся шпильки, штифты и фрикционные муфты; для парогазовых турбин, дизелей – центробежные регуляторы, ограничивающие подачу рабочего вещества в машину при увеличении частоты вращения. К предохранителям от превышения давления газов и паров относятся предохранительные клапаны и мембраны, срабатывающие при превышении заданного давления и закрывающиеся при нормальных значениях, а также сохраняющие герметичность в закрытом состоянии.

Ограничители перемещения – средства, применяемые для предотвращения движения отдельных элементов или всей машины за установленные пределы (габариты). К ним относятся концевые выключатели и упоры.

Тормозные устройства – устройства для замедления или остановки движущихся частей оборудования при возникновении опасного производственного фактора (по конструкции могут быть колодочные, дисковые, клиновые). По принципу действия бывают механическими, электромагнитными, пневматическими, гидравлическими и комбинированными. Выполняются как с ручным управлением, так и автоматическим.

Надежность и исправность тормозных устройств имеет большое значение для обеспечения безопасности оборудования.

Специальные устройства – системы защиты от поражения электрическим током, ловители в лифтах и подъемных устройствах, блок-замки, улавливатели инструментов и материалов при случайном их падении, ограничители массы поднимаемого груза, ограничители вращения и крена грузоподъемных устройств и др.

Устройства дистанционного управления – устройства, предназначенные для вывода человека, управляющего технологическим оборудованием, за пределы опасных зон. Эти устройства могут быть стационарными, передвижными и переносными. По принципу действия бывают механические, электрические, пневматические, гидравлические и комбинированные.

Устройства автоматического контроля и сигнализации – устройства, предназначенные для контроля, передачи и отображения информации. По назначению эти устройства подразделяются на информационные, предупреждающие, аварийные; по характеру передачи сигнала – непрерывные и пульсирующие. По виду сигнала они бывают звуковые, световые, знаковые,

комбинированные. Звук сигнала должен сильно отличаться от обычного шума, характерного для данной производственной обстановки.

Сигнализация предупреждает об отклонениях параметров производственных процессов от допустимых значений, о возникновении опасного фактора (например, при пуске конвейера, маневрах транспортных средств и т.п.), а также может применяться для обозначения опасной зоны.

Наиболее эффективным средством защиты от движущихся и вращающихся деталей, а также вибрирующих тяговых цепей и канатов являются ограждения. Они выполняются таким образом, чтобы обеспечить защиту работающих не только при нормальной работе оборудования, но и при его повреждениях (например, при обрыве каната или цепи и т.п.). Если полное ограждение опасных узлов технически или технологически невозможно, то устанавливают частичное, хотя бы со стороны подхода людей.

При невозможности установить ограждения применяют аварийные выключатели, с помощью которых можно быстро и надежно отключить оборудование при попадании людей в опасную зону. Все забойные машины оснащаются как аварийными выключателями с дистанционным отключением, так и ручными разъединителями (кнопки "Стоп"), которые помимо экстренной остановки машины используются также при осмотре, смазке, ремонте, замене зубков и других работах, выполняемых при отключенном оборудовании. Если в системе управления несколько аварийных выключателей, в том числе и дистанционных, то оборудование должно полностью отключаться от любого в отдельности.

В условиях ограниченного пространства, низкой освещенности и плохой видимости большое значение для ориентации рабочих и согласования их действий имеет звуковая или световая сигнализация. Так, на машинах, неожиданный пуск которых может привести к травмированию людей (комбайны, струги, конвейеры и др.), должны предусматриваться предупредительные предупредительные (с опережением на 10-15 с) звуковые (не ниже 95 дБ) или световые сигнальные устройства с условными сигналами.

Особое значение для обеспечения безопасности в шахтах имеет применение блокировок, предназначенных для предотвращения неправильных действий людей, способных создать опасность аварии или травмы. Наиболее важны блокировки, не позволяющие открывать крышки электроблоков и магнитных станций под напряжением, так как это может привести не только к поражению человека электрическим током, но и к короткому замыканию и воспламенению или взрыву метана на газовых шахтах.

Вывести человека из опасных зон, создаваемых вблизи работающего оборудования, позволяет дистанционное управление. На пластах, опасных по горным ударам и внезапным выбросам горных пород и газов, дистан-

ционное управление забойными машинами (добычными, проходческими и буровыми) является обязательным. С выносных пультов осуществляется также управление гидромониторами и механогидравлическими комбайнами при гидродобыче полезных ископаемых. Расстояние, с которого управляют машиной, должно быть не менее 15 м.

Пульт управления погрузочной машиной также следует делать выносным. В противном случае должна обеспечиваться автоматическая остановка машины, когда человек перестает управлять ею.

Для удержания очистных комбайнов при обрыве тяговой цепи применяют предохранительную лебедку с дистанционным управлением. Она устанавливается в верхнем штреке на расстоянии 10-60 м от его сопряжения с очистным забоем. Все более широкое применение находит дистанционное управление для устранения возможности травмирования при работе бурового оборудования.

Для предупреждения сползания или скатывания машин на гусеничном ходу (проходческие комбайны, погрузочные машины и др.) применяют тормозные устройства, которые всегда должны быть исправны.

Ленточные перегружатели проходческих комбайнов должны иметь устройства, не допускающие самопроизвольного опускания стрелы. На работающих с рельсовых путей ковшовых погрузочных машинах должны быть устройства для стопорения ковша, исключаящие внезапное его опускание, а также автосцепку и буфер, выступающий за габариты машины не менее чем на 0,25 м.

Угрозу травмирования создает ручная зачистка отбитого материала за комбайном, так как при этом человек находится в незакрепленном пространстве, где возможны обрушения кровли или стенки забоя. Поэтому погрузочные устройства очистных и проходческих комбайнов, погрузочных машин должны обеспечивать полную погрузку отбитого материала. Кроме того, проходческие комбайны следует оснащать устройствами, обеспечивающими безопасное возведение временной крепи, а очистные – кабелеукладчиками и шлангоподборщиками. Последнее условие важно не только потому, что подтягивание кабеля и шлангов является тяжелой работой, но и в связи с возможностью повреждения кабеля кусками породы или кромками механизмов, что может привести к электротравмам или воспламенению метана.

Важнейшее значение для безопасной работы подъемных установок имеет исправное состояние подвесных и прицепных устройств, а также оснащение их рядом защитных и блокировочных устройств, исключающих возможность неправильных действий машиниста и эксплуатацию подъема при неисправном или неправильном состоянии канатов и защитных устройств.

Каждая установка должна иметь устройства, обеспечивающие сигнализацию и связь между стволовым, рукоятчиком и машинистом.

## 5.5. Предупреждение наездов

Правильная организация работ является важнейшим условием обеспечения безопасности горного производства. В общем травматизме по фактору "повреждение людей машинами и механизмами" организационные причины, как отмечалось выше, имеют значительный удельный вес. Основными из них являются: несвоевременное проведение планово-предупредительных ремонтов (ППР), несогласованные или ошибочные действия, недостаточно четкая организация работ, недостаточный надзор и контроль за безопасным ведением работ, нахождение в опасной зоне.

В соответствии с этими причинами основные мероприятия по организации безопасной эксплуатации оборудования в шахтах заключаются в следующем.

Перед спуском в шахту и монтажом новой техники она подвергается тщательному осмотру и предварительным техническим испытаниям ее работы на холостом ходу на поверхности. В проверке и испытаниях обязательно участвуют лица, принимающие технику, т.е. те, кто будет на ней работать.

К работе и обслуживанию механического оборудования допускаются лица, прошедшие соответствующее обучение, имеющие необходимую квалификацию, изучившие заводскую инструкцию по использованию данной машины. Это необходимое условие, так как если за управление машиной берутся необученные или не имеющие практических навыков люди, то повышается вероятность аварии или травмирования не только тех, кто управляет машиной, но и других трудящихся.

Обучение, аттестация и допуск к выполнению работ машинистов и помощников машинистов горных и транспортных машин, управление которыми связано с оперативным включением и отключением электроустановок, осуществляется в соответствии с требованиями действующих норм и правил по безопасной эксплуатации электроустановок с присвоением квалификационных групп по электробезопасности. Наличие квалификационных групп дает право машинистам и помощникам машинистов по наряду (распоряжению) с записью в оперативном журнале производить оперативные переключения кабельных линий в пределах закрепленного за ними горного оборудования и его приключательного пункта.

При временном переводе машинистов и помощников машинистов на другое горное оборудование выполнение переключений допускается после ознакомления с системой электроснабжения эксплуатируемого оборудования.

Устройство, установка и эксплуатация компрессоров, грузоподъемных кранов, паровых котлов и сосудов, работающих под давлением, применяемых при разработке месторождений открытым способом, должны отвечать действующим требованиям нормативной документации устройства и безопасной эксплуатации соответствующего оборудования и установок.

В нерабочее время горные, транспортные и дорожно-строительные машины должны быть отведены от забоя в безопасное место, рабочий орган (ковш и др.) – опущен на землю, кабина – заперта, с питающего кабеля снято напряжение.

Проезд в многоместных кабинах автомобилей, в железнодорожных составах и кабинах локомотивов разрешается лицам, сопровождающим составы, а также сменному надзору и отдельным работникам при наличии у них письменного разрешения технического руководителя. Количество перевозимых людей устанавливается руководством организации.

Переезд через железнодорожные пути на объекте открытых горных работ бульдозерам, автомашинам и другим колесным, гусеничным или шагающим машинам разрешается в установленных местах, специально оборудованных и обозначенных указателями.

Работы с использованием горных, транспортных и строительно-дорожных машин должны вестись по локальному проекту производства работ (паспорту). Паспорта должны находиться в кабинах машин.

Запрещается ведение горных работ без утвержденного паспорта, а также с отступлениями от него.

Одним из важнейших условий безопасной и производительной работы является обязательное своевременное выполнение графиков планово-предупредительного осмотра, смазки, ревизии, наладки и ремонта, которые составляются на основе технической диагностики. Почти половина несчастных случаев, связанных с машинами и механизмами, обусловлена игнорированием этого фактора. Нарушение графиков ППР приводит к преждевременному износу деталей и узлов машин, поломкам и авариям, что влечет за собой повышение вероятности травмирования людей.

Рабочие, выполняющие работы повышенной опасности, включая управление технологическим оборудованием (перечень профессий устанавливает руководитель организации), перед началом смены, а в отдельных случаях и по ее окончании должны проходить обязательный медицинский контроль на предмет алкогольного и наркотического опьянения.

К особо опасным в этом смысле относятся работы по осмотру, ремонту, смазке, замене зубков, монтажу и опробованию машин.

Смазочные и обтирочные материалы должны храниться в закрытых металлических ящиках. Хранение на горных и транспортных машинах легко воспламеняющихся веществ не разрешается.

Для обеспечения надежной работы аппаратуры автоматического контроля, защиты и блокировок большое значение приобретает создание на предприятиях службы по осмотру, тарировке и ремонту этой аппаратуры

Требования к организации безопасной эксплуатации машин и механизмов на горных предприятиях.

Основные мероприятия по организации безопасной эксплуатации оборудования в шахтах заключаются в следующем.

Перед спуском в шахту и монтажом новой техники она подвергается тщательному осмотру и предварительным техническим испытаниям ее работы на холостом ходу на поверхности. В проверке и испытаниях обязательно участвуют лица, принимающие технику, т.е. те, кто будет на ней работать.

К работе и обслуживанию механического оборудования допускаются лица, прошедшие соответствующее обучение, имеющие необходимую квалификацию, изучившие заводскую инструкцию по использованию данной машины. Это необходимое условие, так как если за управление машиной берутся необученные или не имеющие практических навыков люди, то повышается вероятность аварии или травмирования не только тех, кто управляет машиной, но и других трудящихся.

Транспортные средства, прошедшие техническое обслуживание и ремонт, должны отвечать требованиям, регламентирующим техническое состояние и оборудование транспортных средств в части, относящейся к обеспечению безопасности движения, что должно подтверждаться соответствующим документом.

Технологическое оборудование, выработавшее свой ресурс, должно подвергаться обследованию с оформлением в установленном порядке заключений экспертизы промышленной безопасности по результатам обследований и испытаний, которые являются основанием для принятия эксплуатирующей организацией решения о проведении ремонта, модернизации или выводе оборудования из эксплуатации.

Обеспечение согласованности действий лиц, занятых на выполнении одной работы, – также важная задача организации безопасного ведения работ. Из-за несогласованности действий один человек может включить комбайн или буровой станок в то время, когда другой еще не окончил его осмотр или ремонт и находится в опасной зоне. Или машинист лебедки для извлечения старой крепи включает лебедку, когда другой рабочий не успел надежно закрепить крюк, в результате последний срывается и травмирует машиниста.

Несогласованность действий является следствием недостаточного опыта рабочих или нечетких указаний должностных лиц (неправильное распределение обязанностей, низкое качество инструктажа и т.п.). Поэтому во всех случаях, когда выполнение работы требует взаимодействия двух людей и

более, необходимо принять меры для обеспечения взаимопонимания и взаимной ответственности. Для этого лицо надзора должно четко определить задание, порядок его выполнения, распределить обязанности, детально проинструктировать о безопасных приемах работы и используемых мерах защиты каждого члена группы и назначить старшего, ответственного за выполнение данной работы (если в группе отсутствует лицо технического надзора).

К особо опасным в этом смысле относятся работы по осмотру, ремонту, смазке, замене зубков, монтажу и опробованию машин.

Для обеспечения надежной работы аппаратуры автоматического контроля, защиты и блокировок важное значение приобретает создание на предприятиях службы по осмотру, тарировке и ремонту этой аппаратуры.

Во всех горизонтальных выработках, где применяются рельсовые транспортные средства, должны быть обеспечены свободные проходы для людей не менее 0,7 м между стенкой выработки, размещенным оборудованием и наиболее выступающими частями подвижных средств.

В двухпутевых выработках в местах, где производится сцепка и расцепка вагонеток, маневровые работы у капитальных погрузочных и разгрузочных пунктов (бункеров, спусков, породоспусков), а также в однопутевых околотвольных выработках клетевых стволов (грузовая и порожняковая ветви) расстояние от стенки (крепя) или размещаемого в выработках оборудования и трубопроводов до наиболее выступающей части подвижного состава должно быть не менее 1,0 м с обеих сторон выработки.

Не допускается устройство в двухпутевых выработках проходов для людей между путями.

Во всех выработках в местах посадки людей в пассажирские поезда по всей длине поезда должен быть свободный проход шириной не менее 1,0 м.

При проходке и углубке стволов каждая подъемная установка должна иметь не менее двух независимых сигнальных устройств. Если одновременно ведутся работы в забое и на подвесном полке, то сигнализация с полка и из забоя должна быть обособленной.

## **5.6. Безопасность при работе пневмоколесного и гусеничного транспорта**

Этот вид транспорта благодаря своей маневренности и высокой производительности находит все более широкое применение на шахтах. Самоходные машины (вагонетки, автомобили, шасси, тракторы и т.п.) приводятся в действие либо двигателями внутреннего сгорания (ДВС), либо электрическим приводом.

Опасность, связанная с применением этих машин в подземных условиях, заключается в том, что работают они в стесненном пространстве, в условиях ограниченной видимости и ДВС выделяют значительное количество вредных веществ. Машины с электроприводом могут стать причиной травмирования человека не только при случайном наезде, но и вследствие воздействия электрического тока. Неисправность электрооборудования и ДВС может вызвать взрыв газа и пыли, а также пожар.

Управлять машиной в подземных условиях разрешается лицам, прошедшим специальное обучение и имеющим удостоверение на право вождения. Скорость движения машин не должна превышать 20 км/ч, а при разминовке их в выработке скорость должна быть снижена до 10 км/ч. Допускается движение машин со скоростью более 20 км/ч, однако при этом должно быть получено разрешение главного инженера шахты, согласованное с местными органами Госгортехнадзора. В выработках, где разрешена такая скорость передвижения, а также в наклонных транспортных выработках пешеходные дорожки должны быть приподняты или защищены отбойными брусками, исключающими наезд на них машин. Безопасность людей, не связанных с обслуживанием самоходных машин, обеспечивается также соблюдением необходимых зазоров и свободных проходов и их четким обозначением (цветными полосами, рейками и т.п.).

В выработках, где перемещаются самоходные машины, устанавливают типовые дорожные знаки.

Зазоры между наиболее выступающей частью транспортного средства и боком (крепью) выработки или размещенным в ней оборудованием принимают равными 1,2 м со стороны прохода людей и 0,5 м с противоположной стороны. Ширина прохода может быть уменьшена до 1 м при условии, если пешеходная дорожка приподнята на высоту 0,3 м или при устройстве ниш через каждые 25 м. Ниши устраивают высотой 1,8 м, шириной 1,2 м и глубиной 0,7 м. Зазоры с двух сторон выработки, если по ней запрещен проход людей, принимаются равными 0,5 м с каждой стороны.

Все машины с дизельными ДВС должны быть оборудованы двухступенчатой очисткой выхлопных газов. Одна ступень (каталитическая) предназначена для нейтрализации оксида углерода, альдегидов и других вредных веществ, которые в присутствии катализатора сгорают, разрушаясь полностью или частично. Вторая ступень (жидкостная) нейтрализует частично или полностью растворимые газы.

В подземных условиях допускаются к применению ДВС, в выхлопных газах которых содержание ядовитых примесей не превышает значений, приведенных ниже.

Ядовитая примесь, объемная доля, %	Оксид углерода в пересчете на N <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	Оксиды азота	Альдегиды в пересчете на акролеин
до газоочистки	0,2	—	—
после газоочистки	0,08	0,05	0,001

Одна ступень газоочистки разрешается, если мощность двигателя не превышает 18,4 кВт. На машинах с бензиновыми двигателями и на тех, которые работают в условиях отрицательных температур, разрешается устанавливать только каталитические нейтрализаторы.

Машины, в выхлопных газах которых ядовитых примесей больше указанных, должны сниматься с эксплуатации.

Запрещается нахождение людей в местах, где в зоне дыхания концентрации токсичных продуктов выхлопа превышают санитарные нормы.

На шахтах, опасных по газу и пыли, дизельное оборудование может применяться только в выработках со свежей струей воздуха без заезда в очистные и тупиковые выработки.

Машины с ДВС, используемые в подземных выработках, должны в техническом отношении полностью отвечать требованиям, предусмотренным Правилами дорожного движения.

Из-за повышенной опасности на вновь строящихся предприятиях применение бензиновых двигателей в подземных выработках не допускается, а на действующих шахтах машины с такими двигателями могут использоваться временно только на свежей струе без заезда в тупиковые выработки.

Состав рудничного воздуха в основных местах работы машин с ДВС должен контролироваться не реже одного раза в месяц.

Машины с электрическим приводом более безопасны. Запрещается эксплуатировать неисправные машины. Применение самоходных вагонов разрешается в выработках, ширина которых на 0,4 м больше ширины вагона (по 0,2 м с каждой стороны). По высоте зазор между наиболее выступающей частью груза или машины должен быть не менее 0,3 м.

Скорость движения груженых вагонов в выработках шириной до 3,8 м (по низу) должна быть не более 7 км/ч, а порожних – 8 км/ч. В более широких выработках скорость должна соответствовать паспортным данным. На закруглениях выработки скорость вагонеток ограничивается 3 км/ч.

Выработки шириной по низу менее 3,8 м должны быть оборудованы световыми табло "Проход запрещен" или освещенным запрещающим знаком. Для оповещения людей и машиниста конечные пункты трассы оборудуют двусторонней световой сигнализацией. Кнопки подачи сигналов должны находиться на трассе движения самоходного вагона и на расстоянии не более 5 м от конечных пунктов трассы.

Проход людей по такой выработке разрешается только в том случае, когда самоходный вагон находится на одном из конечных пунктов выработки и по согласованию с машинистом.

Для перевозки людей разрешается использовать только специально предусмотренные для этих целей машины и прицепы заводского изготовления. Автоприцепы оснащаются тормозными устройствами и световой сигнализацией.

Зоны работы ПДМ устанавливаются в соответствии с утвержденной главным инженером рудника схемы движения самоходного оборудования.

Для безопасного передвижения людей по спиральным съездам, автоуклонам и другим горным выработкам должны быть выделены пешеходные зоны шириной не менее 1 м, а также оборудованы ниши безопасности, располагающиеся на расстоянии не более 25 м друг от друга.

Граница пешеходной зоны разграничена с проезжей частью горной выработки лентами, вертикально подвешенными к кровле выработки и обозначена аншлагами "**ПЕШЕХОДНАЯ ЗОНА**".

Работник, передвигаясь по горным выработкам, должен находиться в границах пешеходной зоны. При приближении ПДМ, работник должен пройти **до ближайшей ниши безопасности и укрыться в ней**. После проезда ПДМ – следует до пункта назначения;

В случае невозможности укрыться в нише, работник подает сигнал "**СТОП!**" машинисту ПДМ своим головным светильником, перемещая его плафон в горизонтальной плоскости.

После остановки ПДМ – следует до пункта назначения.

**БЕЗОПАСНОЕ ПЕРЕДВИЖЕНИЕ ЛЮДЕЙ ПО СЛОЕВЫМ ЗАЕЗДАМ ПРИ РАБОТЕ ПОГРУЗОЧНО-ДОСТАВОЧНОЙ ТЕХНИКИ:**

**Слоевые заезды** там, где ведутся горные работы, оборудуются световыми табло: "**СТОЙ! РАБОТАЕТ ПДМ!**" и световой сигнализацией (фонари красного цвета).

Все работники, которым по производственной необходимости требуется пройти в зону работы самоходного оборудования, **о б я з а н ы:**

остановиться перед светящимся табло: "**СТОЙ! РАБОТАЕТ ПДМ!**";

кнопочным пультом световой сигнализации многократно дать сигнал машинисту ПДМ;

в сопровождении машиниста ПДМ пройти в безопасную зону производства работ.

Запрещается вход (выход) в зону работы ПДМ без сопровождения машиниста или горного мастера участка ОГПР при включенном световом табло: "**СТОЙ! РАБОТАЕТ ПДМ!**".

## БЕЗОПАСНОСТЬ ПЕРЕДВИЖЕНИЯ ЛЮДЕЙ ПО ГОРНЫМ ВЫРАБОТКАМ, ПЕРЕКРЫТЫМ ВЕНТИЛЯЦИОННЫМ "ПАРУСОМ":

Для безопасного передвижения людей, в выработках, где ведутся работы по откатке горной массы, перекрытых вентиляционным "парусом", монтируется световая сигнализация в виде светильников красного света. Кнопочный пульт включения световой сигнализации находится **с обеих сторон в 20 метрах от вентиляционного паруса**. Краткая инструкция по включению световой сигнализации находится рядом с пультом.

Все работники перед тем как пройти через вентиляционный "парус", **обязаны:**

- остановиться и кнопочным пультом включить световую сигнализацию, включение сигнала производится посредством нажатия кнопки с её последующей фиксацией специальным флажком, расположенной на кнопке. Или посредством разблокирования данной кнопки, если предыдущее включение производилось нажатием. После чего, убедившись, что сигнал горит, пройти через вентиляционный парус;

- пройдя через вентиляционный "парус" по обозначенной пешеходной зоне, кнопочным пультом отключить световую сигнализацию. Отключение сигнала производится аналогично его включению.

**Запрещается:** проходить через вентиляционный "парус" без включенной световой сигнализации.

Все машинисты электровозов, выполняя маневровые работы, либо откатку горной массы **о б я з а н ы :**

за **30 метров** перед вентиляционным "парусом" снизить скорость **до 3 км/ч**, и если световая сигнализация включена, то машинист электровоза **обязан** остановить электровоз не менее **10 метров** от вентиляционного "паруса" и пропустить работника в безопасную зону;

после отключения световой сигнализации машинист электровоза **обязан** подать звуковой сигнал о начале движения и приступить к движению.

В случае, если световая сигнализация включена, необходимо **ОСТАНОВИТЬСЯ**. По истечении двух минут при отсутствии движения людей через вентиляционный "парус" машинист **о б я з а н :**

Проверить наличие людей за вентиляционным "парусом", отключить световую сигнализацию и, подав сигнал о начале движения, проехать по данному участку выработки.

---

---

## Глава 6

### ПЕРЕДВИЖЕНИЕ И ПЕРЕВОЗКА ЛЮДЕЙ И ГРУЗОВ

---

#### 6.1. Условия безопасности передвижения людей по горизонтальным выработкам

Для передвижения людей по горизонтальным выработкам, служащим для транспортирования грузов, оставляются свободные проходы с одной стороны однопутевых и двухпутевых работок. Ширина прохода должна быть не менее 0,7 м от стенок подвижного состава до крепи выработки или до размещенных на ее стенках оборудования и трубопроводов. Высота прохода принимается не менее 1,8 м и должна соблюдаться на всем протяжении выработки. С другой стороны, у выработки должен быть зазор не менее 0,2 м при сплошной бетонной, каменной и железобетонной крепи и не менее 0,25 м при остальных видах крепи. Зазор между встречными локомотивами (вагонетками) по наиболее выступающей кромке габарита локомотива (вагонетки) при движении их по параллельным путям должен быть не менее 0,2 м.

При проектировании размеров выработки необходимо учитывать степень сжатия выработок со временем их эксплуатации, включая осадку не менее чем на 200-300 мм по вертикали.

На двухпутевых участках выработок откаточного и вентиляционных горизонтов, во всех двухпутевых выработках в местах, где производятся маневровые работы, погрузка и разгрузка угля, сцепка и расцепка вагонеток, у стационарных погрузочных пунктов производительностью 1000 т в сутки и более свободные проходы устраиваются с обеих сторон выработки. Свободные проходы с обеих сторон должны также устраиваться в однопутевых грузовых и порожняковых ветвях в околоствольных дворах клетевых стволов.

В конвейерных выработках оставляется с одной стороны выработки свободный проход шириной не менее 0,7 м для передвижения людей, а с другой стороны – зазор шириной не менее 0,4 м. В околоствольных дворах для перехода людей с одной стороны ствола на другую устраивают обходные выработки или отштитый проход под лестничным отделением ствола, так как переход через подъемные отделения не допускается.

Для безопасности передвижения по горизонтальным выработкам помимо устройства проходов обязательно соблюдение следующих основных требований:

1. При применении локомотивной откатки локомотив во время движения должен находиться в голове состава, чтобы машинист мог видеть путь впереди себя. Нахождение локомотива в хвосте состава допускается только при выполнении маневровых и сборочных операций на участке протяженностью не более 300 м при скорости движения состава не более 2 м/сек. В последнем случае назначается сопровождающий, который должен находиться на последней от локомотива вагонетке состава и подавать сигналы машинисту.

2. Для светового ограждения состава устанавливаются в голове поезда фары с белым светом, а в хвосте – лампа с красным светом. Если локомотив находится в хвосте состава (во время маневров), то лампа с белым светом располагается на первой вагонетке по направлению движения состава, а с красным – на задней части локомотива. При передвижении локомотива без вагонеток лампа с красным светом должна быть на его задней части.

Для светового ограждения поезда с ВМ на передней части локомотива и на последней вагонетке устанавливаются по две лампы с красным светом.

3. В отличие от горизонтальных выработок передвижение людей в действующих бремсбергах и уклонах, по которым производится откатка грузов вагонетками, не допускается. В этом случае для передвижения людей используются параллельные людские ходки.

## **6.2. Перевозка людей и грузов по горизонтальным выработкам**

### **Общие требования**

Шахтный транспорт является важнейшим звеном в технологической цепи процессов добычи полезного ископаемого. Он используется практически во всех подземных горных выработках. По количеству перевозимого груза рельсовый транспорт стоит на первом месте, на втором – конвейерный. В шахтах для транспортирования используют также автомобили, тракторы, монорельсовые и моноканатные дороги, пневмо- и гидротранспорт.

Травматизм на транспорте по удельному весу вышел на второе место после травматизма при обрушениях и обвалах и составляет четвертую часть от общего числа всех несчастных случаев в подземных выработках.

Опасные моменты эксплуатации шахтного транспорта объясняются объективными условиями горного производства: стесненностью пространства, недостаточной освещенностью, шумом машин и механизмов, затрудняющим звуковую ориентацию людей, а также несовершенством самих транспортных средств.

На подземном транспорте наибольшее число несчастных случаев (41,1%) происходит при локомотивной откатке. Далее следует откатка концевыми канатами по наклонным выработкам (33,3%). Конвейерный транспорт является источником 19,3%, а подъемные установки – 5,3% несчастных случаев.

Наиболее травмоопасным фактором на рельсовом транспорте являются вагонетки, травмирование людей электровозами занимает второе место.

Около 15% травмированных транспортом не имеют прямого отношения к его эксплуатации.

Большая часть несчастных случаев на транспорте происходит с обслуживающими его людьми. Причины травматизма можно разделить условно на три группы: технические, организационные и личностные.

К техническим причинам относятся конструктивные несовершенства транспортных средств – например, плохой обзор из кабины аккумуляторных электровозов, ненадежное крепление батарейного ящика, неудовлетворительное освещение пути при маневровых работах, отсутствие на электровозах скоростемеров, несоответствие кабины электровозов эргономическим требованиям, ручная сцепка и расцепка вагонов, ручной перевод стрелок, несовершенство системы натяжения конвейерной ленты, загрузочных устройств конвейеров, недостатки конструкций устройств по очистке ленты, расштыбовке и др.

Комплекс технических причин является источником 26,3% травм от общего их количества на подземном транспорте.

Основные организационные причины, вызывающие травматизм при эксплуатации транспорта, не удовлетворительное поддержание горных выработок и рельсовых путей, эксплуатация неисправных транспортных средств, несоблюдение или неисправность предупредительной сигнализации и путевых знаков, нарушение технологии транспортирования, слабая трудовая дисциплина, неудовлетворительно поставленное обучение безопасным приемам работы, недостаточный контроль за работой и др.

В результате проявлений горного давления изменяются размеры выработок, уменьшаются зазоры, регламентированные правилами безопасности, и разрушается полотно рельсовых путей. По этим причинам, а также из-за захламления горных выработок происходит почти каждый пятый несчастный случай.

Однако наибольшее число несчастных случаев с тяжелыми последствиями (до 60%) происходит в результате неправильных, ошибочных, рискованных приемов работы, т.е. по личным причинам.

Анализ показывает, что причинами травм машинистов электровозов, например, являются следующие ошибочные действия: превышение скорости, несвоевременное и резкое торможение электровоза, управление стоя

или вне кабины, выпрыгивание из кабины электровоза на ходу, трогание без сигналов и несвоевременная подача сигналов.

Основными причинами травматизма при обслуживании транспорта в наклонных выработках являются: превышение числа одновременно спускаемых или поднимаемых транспортных сосудов, использование нестандартных устройств и работа при неисправных стопорах и барьерах.

При эксплуатации ленточных и скребковых конвейеров главные причины травматизма кроются в применении опасных приемов труда на операциях при работающем конвейере или незаблокированном пускателе.

Анализ производственного травматизма на подземном рельсовом транспорте показал, что наиболее травмоопасным оказалось транспортирование грузов. Удельный вес данного технологического процесса в травматизме оказался самым высоким и колеблется в пределах 11,2-17,6% от общего числа травм.

Управление электровозом по травмоопасности занимает второе место. Его удельный вес в общем травматизме составил 15,4-16,3%. Чрезвычайно медленно осваиваются новые, более совершенные и безопасные транспортные средства и на шахтах все еще применяется устаревшая техника.

Перевозка людей занимает третье место по травмоопасности. Удельный вес данного процесса в производственном травматизме составил 12,3-15,7%. Как отмечалось выше, еще высок уровень травматизма при использовании для перевозки людей по выработкам транспортных средств, не предназначенных для этих целей, что объясняется, с одной стороны, низкой трудовой дисциплиной, а с другой – неудовлетворительной организацией этого процесса. Кроме того, прекращен выпуск вагонеток для перевозки рабочих, сопровождающих составы с оборудованием, и для внутрисменной перевозки людей. Езда горнорабочих на грузовых транспортных средствах является источником 13,7% травм от общего их числа ежегодно.

Рельсовый транспорт применяется в горизонтальных и наклонных горных выработках и включает путевое хозяйство, подвижной состав, средства сигнализации и автоматизации.

Перевозка людей осуществляется в специальных вагонетках. При разбросанных горных работах на шахтах с откаткой аккумуляторными электровозами (когда отпадает опасность прикосновения к контактным проводам) допускается перевозка людей по разрешению главного инженера комбината, согласованному с органами Ростехнадзора, в поездах из обычных грузовых со съёмными сидениями

В настоящее время применяются пассажирские вагонетки ВП-12-600 и ВП-18-900. Для уменьшения тряски и толчков корпус вагонетки опирается на две тележки через рессоры; прицепное устройство и буфера снабжены

пружинами. В вагонетке имеется ручной колодочный тормоз, позволяющий тормозить одновременно обе тележки.

Перед подачей поезда из депо к месту посадки людей состав, и особенно сцепные и тормозные устройства и ходовая часть, тщательно осматриваются. Результаты осмотра заносятся в книгу учета вагонеток.

В местах посадки людей устраивается боковой проход на всю длину поезда шириной не менее 1 м. Проход освещается лампами мощностью 60-100 Вт, устанавливаемыми через 2-3 м. Если перевозка производится контактными электровозами, то на время посадки ток отключается. За порядком посадки и выхода людей наблюдает кондуктор, сопровождающий состав в последней вагонетке у тормозной рукоятки.

Скорость передвижения состава не должна превышать 5 м/сек, а при перевозке в оборудованных грузовых вагонетках 3 м/с. Чем меньше скорость движения, тем больше гарантия в том, что при появлении на пути препятствия, требующего экстренной остановки, такая остановка будет произведена на кратчайшем пути. Недопустима перевозка людей неосвещенной выработке; при пониженном освещении необходимо снижать скорость движения.

Состав должен иметь тормозные средства, обеспечивающие останов на пути длиной не более 20 м (для грузовых составов 40 м при освещении выработок сетевыми светильниками). При перевозке людей в обычных вагонетках в конце состава прицепляются вагонетки с тормозами.

Вагонетки снабжаются устройствами для подачи сигналов машинисту (например, звонковым устройством).

При расстоянии до мест работы 1 км и более перевозка людей обязательна.

Во всех действующих выработках ежегодно должны производиться нивелирование откаточных путей и проверка соответствия зазоров требованиям Правил. Результаты проверок заносятся в журнал записи результатов осмотра крепи и состояния выработок. При отсутствии процесса сдвижения в выработках сроки нивелирования откаточных путей и проверки зазоров устанавливаются главным инженером предприятия.

На каждой шахте ежегодно должны составляться и утверждаться главным инженером шахты схемы откаточных путей, движения самоходного (нерельсового) оборудования по каждому горизонту, в которых указываются: порядок маневрирования в околоствольном дворе и у погрузочных пунктов, допустимые скорости движения транспорта, величины составов, расположение сигнальных устройств, знаков и их значение. Со схемами и организацией работы должны ознакомиться рабочие и специалисты шахты.

В околоствольных дворах, на основных откаточных выработках, в наклонных стволах и уклонах, в которых эксплуатируются вагонетки емко-

стью до 2,2 м<sup>3</sup> и электровозы со сцепным весом до 7 т, допускается применять рельсы типа Р-24. При большей емкости вагонеток должны применяться рельсы с массой не менее 33 кг на погонный метр.

Допускается применение рельсов типа Р-18 на промежуточных и вентиляционных штреках при эксплуатации вагонеток емкостью до 1 м<sup>3</sup> и электровозов со сцепным весом до 4 т.

При локомотивной откатке шахтные рельсовые пути (за исключением выработок с пучащей почвой и со сроком службы менее 2 лет) должны быть уложены на щебеночном или гравийном балласте из крепких пород. Толщина балластного слоя под шпалами должна быть не менее 90 мм.

Допускается использование других материалов в качестве балласта и безбалластная укладка рельсового пути на бетонное полотно или другое твердое основание по специальному проекту.

При укладке или ремонте рельсового пути допускается расширение не более чем на 4 мм и сужение не более чем на 2 мм по сравнению с номинальной шириной рельсовой колеи.

Вдоль откаточной выработки должны устанавливаться типовые сигнальные знаки, указывающие наименование выработки, номера пикетов, пересечение путей, приближение к погрузочным и обменным пунктам, места для посадки людей, необходимость и величину ограничения скорости, начало торможения и ограждение места проведения ремонтных работ.

В выработках, по которым движутся самоходные машины, должны быть установлены типовые дорожные знаки, регламентирующие движение.

Свободный проход для людей и проезжая часть в откаточных выработках должны быть обозначены указателями. Места установки дорожных знаков, указателей определяются проектом в зависимости от конкретных условий.

Запрещается:

а) приступать к ремонтным работам до ограждения светящимися сигналами мест производства работ, отключения контактного провода и его заземления;

б) снимать сигналы, ограждающие места путевых ремонтных работ, до полного окончания работ и проверки состояния путей;

в) откатка несцепленных составов, прицепка непосредственно к локомотиву груженых платформ, а также вагонеток, загруженных лесными материалами или оборудованием, выступающим за верхний габарит кузова. При доставке длинномерного лесоматериала и оборудования в составах необходимо применять жесткие сцепки и специально предназначенные для этих целей вагонетки или платформы;

г) ручная сцепка или расцепка вагонеток при движении составов;

д) проталкивание составов локомотивами с использованием средств, не предназначенных для жесткой сцепки подвижного состава;

е) производить сцепку или расцепку вагонеток на расстоянии ближе 5 м от опрокидывателей, клетки, вентиляционных дверей или других препятствий;

ж) производство маневровых работ локомотивов без непосредственного касания токосъемника электровоза к контактному проводу;

з) применение на маневровых работах кабельных удлинителей контактного провода, непосредственно подключаемых к электросистеме электровоза. В исключительных (аварийных) случаях допускается применение стандартных кабельных удлинителей при соблюдении требований по безопасному производству работ;

и) переноска громоздких и длинных предметов по выработкам во время перевозки людей.

Горизонтальные выработки, по которым производится откатка локомотивами, на всем протяжении должны иметь уклон в сторону околоствольного двора или устья штолен не более 0,005.

Механические и ручные приводы стрелочных переводов откаточных путей должны устанавливаться в нишах со стороны свободного прохода для людей так, чтобы расстояние от привода до кромки подвижного состава было не менее 0,7 м. Запрещается эксплуатация неисправных стрелочных переводов.

При ручной подкатке вагонетки на передней наружной стенке ее должен быть подвешен включенный светильник. При уклонах более 0,01 ручная подкатка запрещается.

На нижних приемных площадках уклонов должны устраиваться буферные заграждения или проводиться обходные выработки. При пересечении промежуточных штреков с уклонами на штреках должны быть устроены барьеры.

Для постановки на рельсы сошедших с них вагонеток или локомотивов, при отсутствии на откаточном горизонте передвижного специального оборудования или подъемных кранов, на каждом локомотиве должны находиться домкраты и самоставы.

Вагонетки, платформы и площадки, не оборудованные автосцепками, должны с обеих сторон иметь буфера, выступающие на длину не менее 150 мм. Указанное требование распространяется также и на другие виды технологического транспорта на рельсовом ходу.

В выработках с канатной откаткой обязательно устройство сигнального приспособления для передачи сигналов машинисту с любого места выработки. Максимальная скорость при откатке не должна превышать: при

откатке бесконечным канатом – 1,0 м/с и при откатке канатом – 1,5 м/с.

Допускается применение канатной и электровозной откаток на погрузочных и разгрузочных пунктах с дистанционным управлением лебедкой или электровозом.

Началу движения состава должен предшествовать предупредительный сигнал.

Выработки, в которых располагаются лебедки, натяжные устройства и другие механизмы, должны иметь проходы не менее 1 м с одной стороны для обслуживания и ремонта, не менее 0,6 м с другой – для монтажных работ.

В шахтах, где производится локомотивная откатка, на каждом действующем горизонте должны быть оборудованы локомотивные и вагонные депо.

Выпуск на линию, проведение осмотров, связанных с эксплуатацией локомотивов, осуществляется в порядке, предусмотренном технологическими регламентами и системой производственного контроля, с регистрацией результатов в специальных книгах.

Ежегодно должен производиться технический осмотр локомотивов комиссией, назначенной приказом по организации (предприятию). Результаты осмотра оформляются актом, утверждаемым главным инженером организации (предприятия).

Тормозной путь состава на преобладающем уклоне при перевозке грузов не должен превышать 40 м, а при перевозке людей – 20 м.

В головной и хвостовой частях идущего поезда должны быть световые сигналы: на локомотиве – фары, а на последней вагонетке – светильник с красным светом. При передвижении локомотива без вагонеток светильник с красным светом должен быть установлен на задней части локомотива по ходу его движения.

Для контактной откатки допускается применение постоянного тока напряжением не выше 600 В. Контактная сеть постоянного тока в подземных выработках должна иметь положительную полярность, а рельсовые пути – отрицательную.

Сечение медного контактного провода должно быть не менее 65 мм<sup>2</sup>.

Запрещается эксплуатация контактного провода, износ которого превысил 30%, – для провода сечением 100 мм<sup>2</sup> и при износе более 20% – для проводов сечением 65 и 85 мм<sup>2</sup>.

При контактной откатке для уменьшения сопротивления на стыках рельсовых путей, элементах стрелочных переводов и крестовин должны устанавливаться электрические соединители.

Все нитки рельсовых путей откаточной выработки не реже чем через каждые 50 м должны иметь надежное электрическое соединение между со-

бой проводником, сопротивление которого эквивалентно сопротивлению медного провода сечением не менее 50 мм<sup>2</sup>.

Все рельсовые пути, не предназначенные для ведения контактной откатки, в местах соприкосновения с токоведущими рельсами должны быть электрически изолированы от последних в двух точках, отстоящих одна от другой на расстоянии максимально возможной длины состава.

Высота подвески контактного провода должна быть не менее 1,8 м от головки рельса. На посадочных и погрузочно-разгрузочных площадках, а также в местах пересечения выработок, по которым передвигаются люди, с теми выработками, где имеется контактный провод, высота подвески должна быть не менее 2 м.

Расстояние от контактного провода до навала руды или породы в вагоне должно быть не менее 200 мм.

Контактный провод в околоствольном дворе на участке передвижения людей до места посадки в вагонетки должен быть подвешен на высоте не менее 2,2 м, а в остальных выработках околоствольного двора – не менее 2 м от уровня головки рельсов.

На время спуска и подъема людей контактный провод должен отключаться на участке от ствола до посадочного пункта, расположенного в околоствольном дворе.

На территории промышленной площадки шахты или штольни высота подвески контактного провода допускается не менее 2,2 м от уровня головки рельса при условии, что откаточные пути не пересекают проезжих и пешеходных дорог. В местах пересечения дорог высота подвески должна соответствовать правилам устройства наземных электрифицированных железных дорог.

Подвеска контактного провода в подземных выработках должна производиться эластично (на оттяжках). Расстояние между точками подвески контактного провода не должно превышать 5 м на прямолинейных и 3 м на криволинейных участках пути.

Контактные электровозы должны иметь устройства для уменьшения искрообразования на токоприемнике, а в контактных сетях электровозной откатки, кроме того, должно применяться ограждение контактного провода в местах особо опасных по условиям поражения током.

В выработках, в которых подвешен контактный провод, через каждые 200 м и на пересечениях их с другими выработками и закруглениями должны находиться светящиеся надписи "Берегись провода". Такие надписи должны быть вывешены также в районе противопожарных складов, инструментальных, электроподстанций и других машинных камер.

На закруглениях выработок должны устанавливаться автоматически опережающие локомотив сигналы в виде надписей "Берегись локомотива".

В откаточных выработках с автоматическими вентиляционными дверями на расстоянии тормозного пути от них должен быть установлен разрешающий сигнал для машиниста локомотива, срабатывающий при полностью открытых дверях.

Контактный провод в местах погрузки и разгрузки материалов из вагонов, с платформ на период разгрузки (погрузки) должен быть отключен или огражден таким образом, чтобы исключалась возможность прикосновения к нему людей в период погрузки (разгрузки), а также при подъеме на погрузочный полук.

При эксплуатации опрокидывателей с механическим приводом контактная сеть должна иметь блокировку с двигателем опрокидывателя, исключающую возможность опрокидывания вагонетки при наличии напряжения в контактной сети. Контактная сеть должна отключаться при каждом повороте опрокидывателя на длину, равную максимальной длине состава.

Ремонт аккумуляторных электровозов, связанный с вскрытием электрооборудования, за исключением замены плавких вставок, разрешается производить только в электровозном депо.

Зарядные камеры должны быть оборудованы устройствами, обеспечивающими механизированный съем и постановку батарейных ящиков электровозов.

При количестве электровозов более двух запрещается зарядка аккумуляторных батарей непосредственно на электровозе. Зарядка аккумуляторов должна осуществляться в строгом соответствии с руководством по эксплуатации аккумуляторных батарей.

Во время зарядки аккумуляторных батарей запрещается пользоваться в помещениях зарядных камер открытым огнем.

Локомотив во время движения должен находиться в голове состава. Локомотив может находиться в хвосте состава только при выполнении маневровых операций.

Запрещается на одних и тех же участках пути совмещение локомотивной откатки с другими видами откатки, а также совмещение откатки аккумуляторными и контактными электровозами. Въезд электровоза на эстакаду (отвал) разрешается только в хвосте состава.

К управлению локомотивом должны допускаться только лица, получившие соответствующую квалификацию и имеющие удостоверение на право управления локомотивом.

При перерывах в работе откатки длительностью свыше смены и ремонте контактной сети контактный провод на участке, где работы прекращены, должен быть отключен и заземлен на данном участке пути.

## Конвейерный транспорт

Перевозка людей допускается на специально спроектированных людских, грузо-людских конвейерах с разработкой специальных требований по безопасности при перевозке людей ленточными конвейерами, согласованных территориальным органом Ростехнадзора России.

Перевозка людей ленточными конвейерами в конвейеризированных выработках обязательна при длине выработки 500 м и более и углах наклона до  $6^\circ$  и при длине 200 м и более при углах наклона выработки от  $6$  до  $18^\circ$  в случае отсутствия других средств механизированной доставки людей к месту ведения работ.

Перевозка людей ленточными конвейерами разрешается в выработках с углами наклона до  $18^\circ$  при номинальной скорости ленты более 3,15 м/с. При этом ширина ленты должна быть не менее 800 мм при углах наклона выработки до  $10^\circ$  включительно и не менее 1000 мм – при углах более  $10^\circ$ .

По специальным проектам, согласованным с Ростехнадзором России, допускается перевозка людей при скорости ленты более 3,15 м/с.

Перевозка людей может осуществляться по верхней и нижней ветвям ленты конвейера.

Разрешается перевозка людей одновременно с транспортированием горной массы, если максимальные размеры кусков транспортируемого материала не превышают 150 мм.

Перевозка людей ленточными конвейерами должна осуществляться по типовым или индивидуальным проектам, согласованным с территориальным органом Госгортехнадзора России.

Проект перевозки людей конвейерами должен содержать:

- 1) техническую характеристику, чертежи общего вида и описание конструкции конвейера;
- 2) схему размещения конвейера в выработке с указанием ее сечения, углов наклона, габаритных размеров установленного оборудования и необходимых зазоров в характерных местах;
- 3) чертежи и описания конструкций станций посадки и схода, предохранительных устройств, средств сигнализации и контроля;
- 4) принципиальную и монтажную схемы управления, сигнализации и аварийного отключения конвейера с описанием принципа их работы;
- 5) расчет запаса прочности ленты и расчет устройств для ее улавливания в случае обрыва при углах наклона более  $10^\circ$ ;
- 6) основные правила перевозки людей с указанием необходимых мер безопасности.

При использовании серийных грузоподъемных конвейеров сведения по пунктам "в", "г", "д" приводить необязательно.

Конвейер для перевозки людей должен быть технически исправен и дополнительно к грузовому варианту использования оборудоваться:

- станциями посадки и схода;
- средствами оповещения о подъезде к станциям схода;
- устройствами автоматического отключения конвейера при проезде пассажиром конечных станций схода;
- устройствами для принудительного смещения пассажиров с нижней ветви ленты при проезде конечной станции схода (при перевозке на нижней ветви);
- устройствами для отключения конвейера с движущейся лентой;
- устройствами для автоматического улавливания ленты и отключения конвейера в случае ее обрыва (при углах наклона конвейера более  $10^\circ$ );
- устройствами автоматического отключения привода конвейера при сходе ленты в сторону на величину более 10% ее ширины;
- устройствами автоматического отключения при сходе ленты в сторону на величину более 10% ее ширины.

Не допускается проезд людей на грузовой ветви под загрузочными устройствами (питателями, гезенками, печами и т.п.). На участках конвейеров, используемых для перевозки людей, перед загрузочными устройствами должны быть станции схода, а после загрузочных устройств – станции посадки.

Свободное пространство для проезда людей на конвейере должно быть не менее 0,8 м по ширине и высоте. В местах установки ловителей ширину свободного пространства допускается уменьшать до 0,7 м.

Отдельные препятствия (ловители, переходные мостики и т.п.), расположенные ближе 100 мм от свободного пространства для проезда людей, должны быть обозначены освещенными предупреждающими знаками и иметь гладкие ограждения с плавными отводами, исключая фронтальный наезд пассажиров. Угол отвода должен быть не более  $20^\circ$ .

Верхняя ветвь конвейера в местах проезда людей не должна возвышаться над почвой выработки или над пешеходным тротуаром более чем на 2,5 м.

Конвейерные линии, оснащенные трудногораемыми лентами, должны быть обеспечены средствами автоматического пожаротушения и сигнализации на приводных станциях. Магистральные и участковые конвейеры,

оснащенные трудновоспламеняющейся лентой, должны быть оборудованы системами автоматического пожаротушения и автоматической пожарной сигнализации по всей длине конвейера с выводом к диспетчеру шахты. У приводных, натяжных головок, распределительных устройств и через каждые 100 м по длине конвейера должно быть установлено по два ручных огнетушителя и ящик с песком или инертным материалом емкостью не менее 0,2 м<sup>3</sup>. Выработки, в которых используются конвейерные ленты, должны закрепляться негоряемыми материалами.

Для перехода через конвейер в местах пересечения выработок, у загрузочных и разгрузочных устройств, а также через каждые 200 м по длине конвейера должны устанавливаться переходные мостики.

Выработки, в которых установлены ленточные конвейеры, должны периодически очищаться от просыпавшейся горной массы.

При эксплуатации конвейеров и конвейерных линий с централизованным управлением должно обеспечиваться:

а) автоматическая подача отчетливо слышимого по всей длине конвейерной линии сигнала, действующего до момента окончания запуска последнего конвейера линии. При этом допускается отключение сигнала на том конвейере линии, на котором запуск окончен. Действие сигнала должно начинаться за 5 сек. до начала запуска первого конвейера;

б) централизованный пуск конвейеров, начиная с последнего конвейера в линии (считая от загрузки); отключение – в обратном порядке;

в) одновременное отключение всех конвейеров (в случае остановки одного из конвейеров), транспортирующих груз на остановившийся конвейер;

г) аварийное отключение привода конвейера при: неисправности электродвигателя; неисправности механической части конвейера (обрыв одной цепи одноцепного и двухцепного скребковых конвейеров, обрыв или остановка ленты); затянувшемся пуске конвейера; неисправности цепей управления, влекущей за собой потерю управляемости; обрыве заземляющей жилы, если она используется в цепях управления; завале перегрузочного устройства (для стационарных и полустационарных конвейерных линий); снижении скорости ленты до 75% от нормальной (пробуксовке);

д) невозможность централизованного повторного включения неисправного конвейера при срабатывании защиты;

е) двусторонняя телефонная или громкоговорящая связь между пунктами разгрузки и загрузки линии, а также между пунктами установки приводов конвейеров и оператором пульта управления;

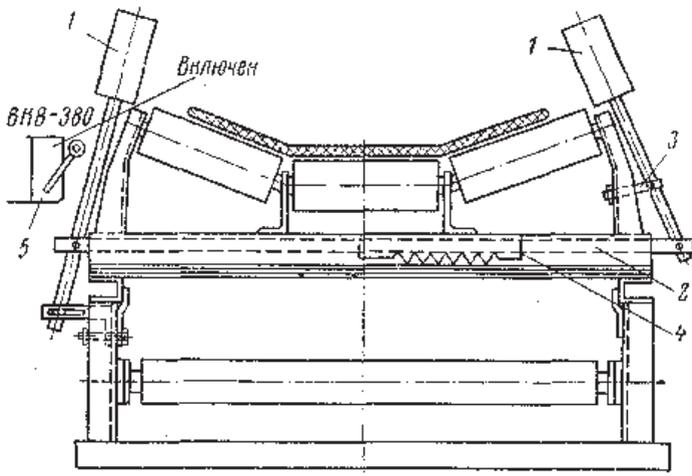
ж) местная блокировка, предотвращающая пуск данного конвейера с дистанционного пульта управления;

з) улавливание грузовой ветви ленты при ее разрыве или контроль целостности тросов в выработках с углом наклона свыше 10 град.;

и) пылеподавление в местах перегрузки, если запыленность воздуха в этих местах превышает допустимые концентрации.

Конвейерные линии с централизованным управлением должны обслуживаться специально обученными лицами.

Ленточные конвейеры должны оборудоваться секциями с центрирующими устройствами, предотвращающими сход ленты в сторону, и датчиками бокового схода ленты, отключающими привод конвейера при сходе ленты в сторону, а также устройствами, отключающими привод конвейера при пробуксовке конвейерной ленты, и устройствами по очистке лент и барабанов. Осмотр конвейера и проверка работы роликов должны производиться не реже одного раза в смену (рис. 6.1).



**Рис. 6.1.** Конструкция роликоопор и конечных выключателей от бокового схода ленты:

1 – контрольный ролик; 2 – горизонтальная тяга; 3 – кронштейн (шарнирный); 4 – возвратная пружина; 6 – конечной выключатель.

Должна быть предусмотрена возможность экстренного прекращения пуска и экстренной остановки конвейера из любой точки по его длине.

### 6.3. Передвижение и перевозка людей и грузов по наклонным и вертикальным выработкам

В случае, когда двумя выходами из подземных выработок на поверхность служат наклонные стволы с углом наклона менее 45 град., в одном из них должна быть оборудована механическая доставка людей, если разница отметок наклонного ствола превышает 40 м; при разнице отметок более 70 м оба ствола должны иметь механические подъемы, из которых один должен быть оборудован для доставки людей. На случай выхода механического подъема из строя необходимо предусматривать возможность выхода людей по стволу. Для этого должны быть оборудованы в стволах с углом наклона от 7 до 15 град. перила, прикрепленные к крепи; от 15 до 30 град. – сходни со ступеньками и перилами; от 30 град. – лестницы (рис. 6.2).

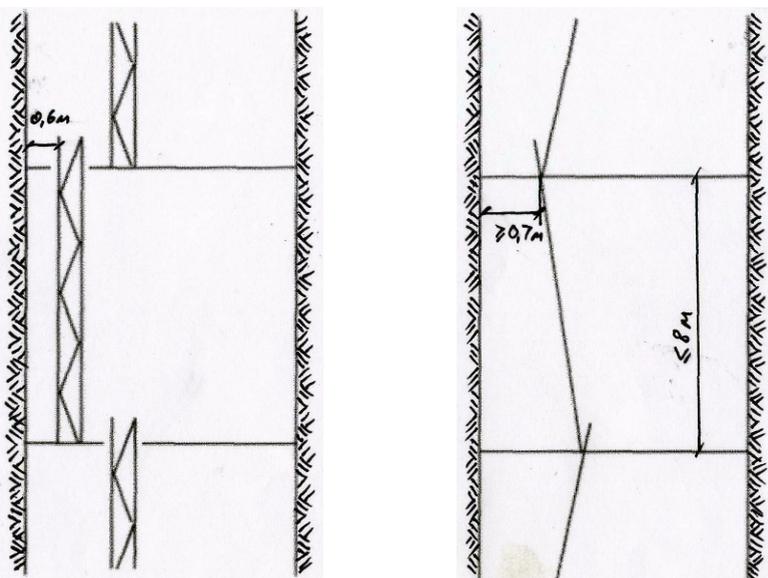


Рис. 6.2. Лестницы вертикальных выработок

Если угол наклона стволов более 45 град., установка лестниц и их оборудование осуществляются так же, как в вертикальных выработках.

В вертикальных выработках лестницы должны быть установлены с уклоном не более 80 град. Над устьем выработки и над каждым полком в выработке лестницы должны выступать на 1 м или же над отверстием полка в крепь выработки должны быть прочно заделаны металлические скобы, вну-

тренняя сторона скоб должна отстоять от крепи не менее 0,04 м, расстояние между скобами не должно превышать 0,4 м, а ширина скобы должна быть не менее 0,4 м.

Установка лестниц в целях обеспечения возможности свободного передвижения спасательных команд в респираторах должна удовлетворять следующим условиям:

а) свободные размеры лазов без учета площади, занятой лестницей, должны быть по длине лестницы не менее 0,7 м, а по ширине – не менее 0,6 м;

б) расстояние от основания лестницы до крепи выработки – не менее 0,6 м;

в) расстояние между полками – не более 8 м;

г) лестницы должны быть прочными, устойчиво закреплены и расположены так, чтобы они не находились над отверстиями в полках.

Ширина лестницы должна быть не менее 0,4 м, расстояние между ступеньками – не более 0,4 м, а расстояние между тетивами лестницы – не менее 0,28 м. Отверстие над первой лестницей должно закрываться лядой.

Лестницы и полки должны содержаться в исправном состоянии и очищаться от грязи и льда.

Запрещается устройство входов (выходов) из восстающих, оборудованных лестницами, непосредственно на откаточные выработки. Для этого должны быть пройдены специальные ниши шириной и глубиной не менее 1,2 м и высотой 2,0 м.

На действующих и строящихся шахтах должны быть выделены лица, ответственные за организацию подъема и спуска людей и грузов, за состояние и осмотр канатов, подъемных машин, прицепных, предохранительных и других устройств.

По наклонным и вертикальным выработкам, служащим выходами на поверхность, а также между горизонтами при разности отметок конечных пунктов более 40 м должна быть оборудована механическая перевозка людей.

Перевозка людей допускается: по наклонным выработкам с углом наклона до 10 град., оборудованным рельсовыми путями, в людских вагонетках; по безрельсовым горным выработкам с углом наклона до 15 град. допущенными для этих целей в установленном порядке самоходными машинами, конвейерами; если угол наклона до 30 град., – моноканатными подвесными дорогами (рис. 6.3).

Применение других специальных видов транспорта для людей обосновывается проектом и согласовывается Ростехнадзором России.

Каждый поезд для перевозки людей должен быть снабжен безотказно действующими автоматическими приспособлениями (парашютами), останавливающими поезд без резкого толчка в случае обрыва каната или сцепки.



ной скорости, принятой для перевозки людей в данной выработке. Повторные испытания должны производиться не реже одного раза в 6 месяцев.

Ежедневно перед началом перевозки людей вагоны, служащие для спуска и подъема людей по наклонным выработкам, должны осматриваться специальным лицом, назначаемым руководителем организации (предприятия), а парашютные устройства – опробоваться путем включения ручного привода; выработки и пути должны быть осмотрены, порожние вагоны пропущены по выработке один раз для того, чтобы удостовериться в отсутствии причин, могущих повлечь сход вагонов с рельсов. Результаты осмотра записываются в специальную книгу по утвержденной форме.

Во время перевозки людей кондуктор должен находиться в передней части первого вагона по направлению движения. В этом же месте должна находиться рукоятка ручного привода парашютных или тормозных устройств.

Тип рельсов и способ настилки рельсовых путей в выработках, где производится перевозка людей в специальных вагонетках, должны соответствовать типу парашютных устройств и ходовой части применяемых вагонеток. У вагонов, предназначенных для перевозки людей по двухпутевым выработкам, проемы со стороны междупутья должны закрываться съёмной рамкой с проволочной сеткой.

Вагоны состава, служащие для перевозки людей, должны быть соединены между собой двойными сцепками или одной сцепкой и предохранительными цепями. Центральной стержень сцепки, крюки и предохранительные цепи вагонов и клетей для перевозки людей должны иметь 13-кратный запас прочности по отношению к максимальной статической нагрузке и заменяться новыми не позднее чем через 5 лет после навески.

Выработки, служащие для спуска-подъема людей, должны оборудоваться аварийной и рабочей сигнализацией машинисту подъема. Аварийная сигнализация должна быть доступна людям, находящимся в подъемном сосуде (клеть, вагонетка).

Рабочая сигнализация должна указывать машинисту, с какого горизонта подан сигнал. Доска с указанием сигналов вывешивается во всех местах приема и подачи сигналов. Между машинистом и посадочными площадками должна быть установлена телефонная связь.

Запрещается передвижение людей по подъемному отделению наклонных выработок.

Запрещается во время работы подъемных устройств в наклонных выработках входить на площадки, на которых производятся сцепка и расцепка вагонеток, лицам, не участвующим в этой работе.

При откатке по наклонным выработкам должны быть предусмотрены приспособления, препятствующие скатыванию вагона вниз при обрыве каната или сцепки.

При концевой откатке должны применяться съемные ловители, устанавливаемые на последнем по отношению к запанцировке каната вагоне. Партия вагонов должна быть снабжена ловителем при движении как вверх, так и вниз (рис. 6.4).

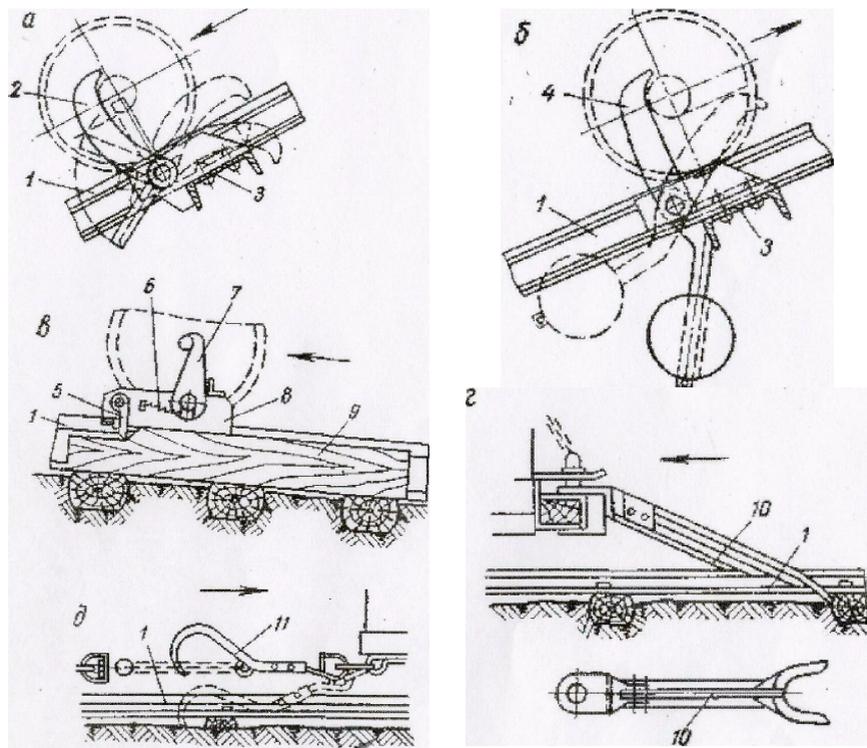


Рис. 6.4. Ловители вагонеток

Ловители должны рассчитываться на нагрузку, возникающую при движении груженом вагоне, на длине свободного скатывания вагона. Конструкция ловителей и прицепных устройств должна иметь разрешение на применение, выданное Госгортехнадзором России.

При откатке концевыми канатами:

а) на верхних приемных площадках наклонных выработок с горизонтальными заездами должны устанавливаться задерживающие стопоры;

б) выше нижних приемных площадок должны устанавливаться предохранительные барьеры, оборудованные амортизирующими устройствами

с автоматическим или дистанционным управлением, выполненные в соответствии с действующими требованиями нормативной документации по устройству и эксплуатации амортизирующих канатных барьеров для наклонных выработок.

В выработках со сроком службы до 1,5 лет и углом наклона до 10 град. при небольшом количестве: 1-2 вагона в составе – допускается иметь барьеры жесткого типа;

в) ниже верхних приемных площадок, а также в заездах промежуточных выработок могут устанавливаться барьеры жесткого типа, прочность которых должна определяться расчетом. Управление такими барьерами должно быть дистанционным. В выработках длиной до 30 м, предназначенных для транспортировки вспомогательных материалов и оборудования, допускается применение барьеров с ручным управлением (рис. 6.5).

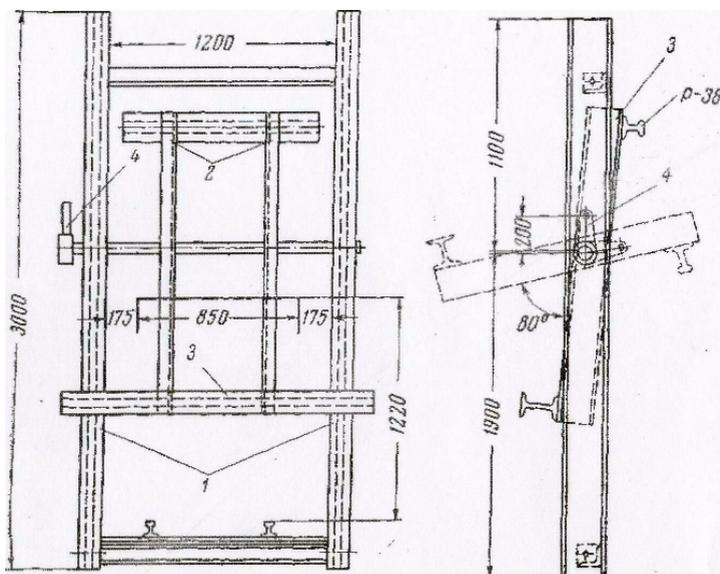


Рис. 6.5. Конструкция предохранительного барьера

Наклонные выработки, оборудованные только ленточными конвейерами, могут служить путями сообщения для людей при наличии с одной стороны свободного прохода шириной не менее 0,7 м, а с другой стороны – зазора не менее 0,4 м от выступающих частей конвейера.

Сцепные устройства вагонеток должны иметь запас прочности не ниже 6-кратного, а прицепные устройства при откатке концевым канатом – не

менее 10-кратного запаса прочности по отношению к максимальной статической нагрузке, при которой они применяются. При расчете максимальной статической нагрузки должно учитываться сопротивление движению вагонам.

На верхних приемных площадках наклонных выработок после концевого выключателя для защиты от переподъема должны устанавливаться гасители скорости.

В вагонах и клетях для перевозки людей по наклонным выработкам с уклоном свыше 50 град. не требуется устройства ручного привода парашютов, а также обслуживания специальным кондуктором.

Спуск и подъем людей по вертикальным выработкам должны производиться в клетях, а при проходке – в бадьях.

Спуск и подъем людей в самопрокидывающихся бадьях разрешаются при наличии блокировки, обеспечивающей подъем бадьи не выше нижней приемной площадки.

Перевозка людей и грузов лифтовыми установками должна производиться с соблюдением требований по безопасной эксплуатации подземных лифтовых установок на рудниках и шахтах горнорудной и нерудной промышленности.

При спуске и подъеме людей и грузов в бадьях:

а) бадьи должны перемещаться по направляющим; движение бадей без направляющих допускается на расстоянии не более 20 м от забоя. При использовании на проходке вертикальных выработок проходческих агрегатов (погрузочных машин, грейферов и др.) это расстояние может быть увеличено до 40 м;

б) запрещается спуск и подъем людей в бадьях без направляющих рамок и не оборудованных зонтами для предохранения рабочих от травмирования случайно упавшими предметами. При этом должны приниматься меры против раскачивания и вращения бадьи; скорость движения бадьи по стволу не должна превышать 0,3 м/с, при глубоких стволах не должна превышать 1 м/с, а при подходе к месту работ на расстояние до 15 м – не более 0,3 м/с;

в) посадка людей в бадьи и выход из них должны производиться на нижней приемной площадке со специальных лестниц или по ступенькам бадьи только при закрытых лядах и остановленной бадье;

г) посадка людей в бадьи и выход из них на промежуточных горизонтах и камерах должны производиться с откидных площадок, а на полках и натяжных рамах только тогда, когда борт остановленной бадьи находится на уровне раструбы или пола этажа при наличии дверей в раструбе;

д) запрещается подниматься или опускаться стоя или сидя на краю бадьи, а также производить спуск и подъем людей в грузе бадье;

е) запрещается спуск и подъем людей в бадьях, разгружающихся через дно;

ж) подъемная установка должна иметь предохранительные устройства, позволяющие включать привод ляда только после прохода через них спускающейся бадьи и направляющей рамки;

з) подъемная установка должна быть оборудована устройствами, сигнализирующими о зависании направляющей рамки, или должны приниматься меры, предотвращающие ее зависание и обеспечивающие остановку бадьи при зависании направляющей рамки.

При спуске и подъеме грузов и людей в бадьях проходческие подъемные установки должны быть оборудованы блокировочными устройствами, исключающими прохождение бадьи через раструб в нижнем полке, когда под раструбом находится погрузочное устройство.

При проведении наклонных или вертикальных выработок, по которым производится подъем и спуск людей и грузов:

а) перед навеской, а затем не реже одного раза в полугодие прицепные устройства должны быть испытаны на двойную нагрузку;

б) подвесные устройства должны иметь приспособления, надежно закрывающие зев крюка и исключающие самопроизвольную отцепку;

в) прицепные устройства не реже одного раза в 2 года должны заменяться новыми.

Одноэтажные подвесные полки должны быть подвешены к канату не менее чем в четырех местах.

Двух- или многоэтажные полки и их крепления к подъемному канату должны быть выполнены так, чтобы не нарушалась горизонтальная устойчивость и исключалась возможность заклинивания полков.

Пневматические грузчики с канатами и лебедками к ним должны осматриваться ежедневно специально выделенным лицом.

Подвеска грузчика к канату должна быть шарнирной.

Не реже одного раза в месяц необходимо производить осмотр канатов на участках, прилегающих к жимкам и коушам. Результаты осмотра записываются в книгу по утвержденной форме, установленной главным инженером организации (предприятия).

Клетки, служащие для спуска и подъема людей, должны иметь сплошные металлические открывающиеся крыши или крыши с открывающимся лазом, а также сплошной прочный пол. Допускается иметь в полу надежно укрепляемые съемные части или откидные ляды в местах, необходимых для осмотра стопорных устройств. Длинные стороны (бока) клеток должны обшиваться на полную высоту металлическими листами с отверстиями. В клетки вдоль длинных сторон должны быть установлены поручни.

С коротких (торцевых) сторон клетки должны быть устроены двери, предотвращающие возможность выпадения людей из клетки. Конструкция дверей не должна допускать соскакивания их при движении клетей. Двери должны открываться внутрь клетки и запираться засовом, расположенным снаружи. При обслуживании клетки сопровождающим (лифтером) засов двери может устраиваться внутри клетки.

Высота верхней кромки двери над уровнем пола клетки должна быть не менее 1200 мм и нижней кромки – не более 150 мм. В клетях должны быть устроены стопоры, обеспечивающие надежное задержание вагонеток при движении клетки по стволу.

Расстояние в верхнем этаже клетки от пола до наиболее выступающих под крышей клетки ее деталей должно быть не менее 1,9 м без учета основного стержня с пружиной. Стержень с пружиной должен быть обязательно огражден предохранительным стаканом. Высота остальных этажей клетки должна быть не менее 1,8 м.

Число людей, находящихся одновременно в каждом этаже клетки, определяется из расчета 5 человек на 1 м<sup>2</sup> полезной площади пола, а в проходческих бадах – из расчета 4 человека на 1 м<sup>2</sup> днища и должно быть обозначено в Правилах внутреннего распорядка и в памятках, вывешенных в надшахтном здании и в рудничном дворе.

Расстояние от пола до крыши наклонной клетки, оборудованной сиденьями, должно быть не менее 1,6 м.

Клетки для спуска и подъема людей должны быть снабжены устройствами (парашютами) рис. 6.6, предназначенными для плавного торможения и остановки их в случае обрыва подъемных канатов. Применение парашютных устройств на многоканатных подъемных установках с числом головных канатов 4 и более не обязательно.

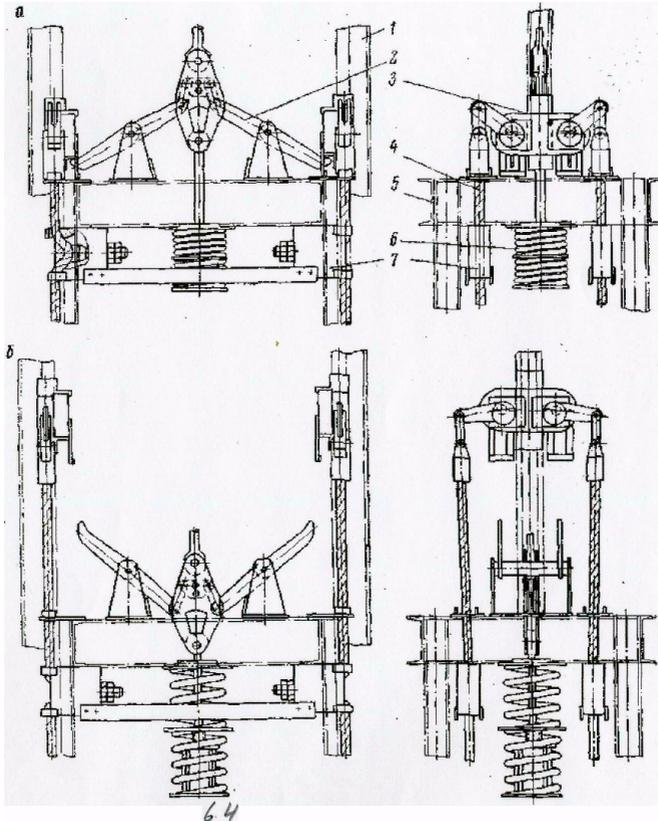
Замедление при торможении порожних клетей не должно превышать 50 м/с<sup>2</sup>, а при торможении клетей с максимальным числом людей должно быть не менее 6 м/с<sup>2</sup>.

Испытания парашютов должны производиться механиком подъема не реже одного раза в 6 месяцев в соответствии со специальной инструкцией для данного типа парашютов.

Срок службы клетки устанавливается заводом-изготовителем. Парашютные устройства должны заменяться новыми вместе с заменой клетки, за исключением парашютов с захватами за тормозные канаты, которые должны заменяться не реже чем через 5 лет со дня навески.

Продление срока службы клетей и парашютов производится в установленном порядке.

Допускается эксплуатация подъемных установок на вентиляционных



**Рис. 6.6.** Схема работы парашюта РКЭ:

а – до включения; б – при торможении клетки парашютом; 1 – проводник; 2 – рычаг привода; 3 – корпус ловителя; 4 – амортизационный канат; 5 – клеть; 6 – приводная пружина; 7 – амортизатор

стволах, служащих для их осмотра и аварийного подъема людей на поверхность, а также временных подъемных сосудов при проходке, углубке и капитальном ремонте вертикальных и наклонных выработок без оснащения их парашютными устройствами.

Подъемы с противовесом, предназначенные для подъема и спуска людей и грузов по наклонным и вертикальным выработкам, должны удовлетворять следующим требованиям:

а) подъемный канат противовеса должен быть того же диаметра, что и подъемный канат сосуда;

б) вес противовеса для установок, предназначенных исключительно для подъема и спуска людей, должен быть равен весу сосуда плюс половинный вес максимального числа людей, помещающихся в сосуде, а для грузо-людских установок – равен весу клетки плюс половина веса максимального расчетного груза, который поднимается в данной клетке, допускается в отдельных случаях уменьшение веса до значения, равного весу клетки с порожними вагонетками.

На многоканатных грузо-людских подъемных установках стволов глубиной более 900 м допускается устанавливать вес противовеса, исходя из условий непроскальзывания канатов на канатопроводящем шкиве;

в) противовесы должны передвигаться по специально смонтированным для этой цели направляющим, а для людских и грузо-людских подъемов оборудоваться, кроме того, устройствами, предназначенными для улавливания противовесов в случае обрыва канатов.

В наклонных выработках противовесы должны быть отделены от клетевых отделений прочными перегородками.

Разрешается эксплуатация противовесов действующих наклонных подъемных установок без парашютов.

Действующие одноклетевые подъемы без противовеса и все вновь проектируемые грузо-людские подъемные установки, служащие для спуска и подъема людей и грузов в наклонных и вертикальных выработках, должны удовлетворять следующим требованиям:

а) спуск людей должен производиться подъемными машинами и лебедками с электрическими приводами, оборудованными устройствами электродинамического торможения, а также устройствами, обеспечивающими возможность генераторного режима.

Схема электродинамического торможения должна предусматривать обратную связь, за исключением подъемных установок со скоростью движения не более 1,5 м/с;

б) в случае нарушения схемы системы электрического торможения должно быть предусмотрено срабатывание предохранительного тормоза.

Запрещается спуск и подъем людей в скипах, за исключением случаев осмотра и ремонта ствола, а также в аварийных ситуациях.

Спуск и подъем людей в опрокидных клетях разрешаются при наличии приспособлений, исключающих возможность выпадения людей из клетки в бункер, а также опрокидывания клетки при движении по стволу.

Запрещается спуск и подъем людей одновременно с грузом как в одной клетке – при одноклетевом подъеме, так и в разных клетках – при двухклетевом подъеме.

В стволах, оборудованных двумя и более подъемными установками, предназначенными для спуска и подъема людей и груза, работа грузовых подъемов в часы спуска-подъема смены запрещается.

На каждой шахте должна быть разработана и утверждена главным инженером инструкция по спуску и подъему длинномерных и негабаритных грузов с конкретным указанием последовательности технологических операций и мер безопасности.

Проверка состояния копров должна производиться комиссией под руководством главного инженера шахты. Проверка металлических и железобетонных копров должна производиться один раз в год, деревянных копров – 2 раза в год и оформляться актом.

Осмотру копра должна предшествовать инструментальная проверка вертикальности копра, правильности установки направляющих шкивов по отношению к оси ствола и оси подъема, а также вертикальности средней плоскости их желобов и горизонтальности осей вращения. Проверка производится под руководством главного маркшейдера шахты. Результаты инструментальной проверки заносятся в специальную книгу.

Во время работы клетового подъема на приемной (посадочной) площадке надшахтного здания должны находиться рукоятчики, а в околоствольных дворах действующих горизонтов – ствольные.

На всех горизонтах шахты перед стволами должны быть установлены предохранительные решетки для предупреждения перехода людей через подъемные отделения. При открытой решетке должен загораться сигнал "стоп" у машиниста.

У всех посадочных пунктов и в машинном отделении должны быть вывешены объявления с указанием:

- а) фамилии лица, отвечающего за спуск и подъем людей;
- б) расписания подъема и спуска смены людей;
- в) применяемых сигналов;
- г) числа людей, одновременно поднимаемых и спускаемых в каждом этаже клетки;
- д) всех ограничений или запрещений в пользовании подъемной установкой для спуска и подъема людей.

Каждая подъемная установка должна быть снабжена устройством для подачи сигналов от ствольного к рукоятчику и от рукоятчика к машинисту, а также ремонтной сигнализацией, используемой только для осмотра и ремонта ствола.

Схема сигнализации должна предусматривать возможность подачи сигнала "стоп" с любого горизонта непосредственно машинисту.

Комплекс стволовой сигнализации каждой подъемной машины должен иметь отдельную проводку и питаться от отдельного источника энергии (трансформатора, аккумуляторной батареи и т.п.).

При подъеме людей из шахты скипами в аварийных случаях должна быть обеспечена возможность подачи сигналов с посадочной площадки на верхнюю приемную площадку и с верхней приемной площадки машинисту подъема.

Запрещается передача сигналов из околоствольного двора непосредственно машинисту, минуя рукоятчика.

Между машинистом подъемной машины и рукоятчиком, а также между рукоятчиком и стволовым должна быть оборудована прямая телефонная связь. На вновь строящихся шахтах, кроме того, необходимо устанавливать производственную громкоговорящую связь.

При ремонте и осмотре ствола и подъемных сосудов разрешается пользоваться только ремонтной сигнализацией.

При углубке или проходке ствола сигналы машинисту должны подаваться проходчиками через рукоятчика.

Высота переподъема для одноканатных подъемных установок вертикальных и наклонных выработок (с углом наклона более 30 град.) должна быть:

на клетевых и скипо-клетевых подъемных установках со скоростью подъема более 3 м/с – не менее 6 м;

на клетевых подъемных установках со скоростью подъема до 3 м/с – не менее 4 м;

на грузовых подъемных установках со скипами и опрокидными клетями – не менее 2,5 м;

на бадьевом (проходческом) подъеме при спуске и подъеме людей – не менее 4 м.

Для вновь проектируемых скиповых подъемных установок – не менее 3 м, для клетевых и скипо-клетевых – не менее 6 м (независимо от скорости равномерного хода).

### **Канаты и прицепные устройства для спуска и подъема людей и грузов в вертикальных и наклонных выработках**

Стальные канаты как отечественные, так и импортные, применяемые на подъемно-транспортных установках шахт, должны иметь сертификат соответствия или декларацию о соответствии и быть разрешены к применению Госгортехнадзором России.

Конструкции канатов должны выбираться в соответствии с требованиями по эксплуатации стальных канатов для различных подъемно-транспортных установок.

Подъемные и тяговые канаты людских и грузо-людских подъемно-транспортных установок должны быть грузо-людскими марки В, остальные – не ниже марки I.

Канаты для сосудов и противовесов шахтных подъемных установок должны иметь при навеске запас прочности не ниже:

а) 9-кратного – для людских и аварийно-ремонтных подъемных установок, людских и грузо-людских (при расчете по людям) двухканатных подъемных установок со шкивами трения, не оборудованных парашютами;

б) 8-кратного – для подъемных установок со шкивами трения одноканатных (людских, грузо-людских и грузовых) и многоканатных людских и грузо-людских подъемных установок;

в) 7,5-кратного – для грузо-людских подъемных установок, а также для подвески механических грузчиков (грейферов) в стволе, проходческих люлек;

г) 7-кратного – для грузовых многоканатных подъемных установок;

д) 6,5-кратного – для грузовых подъемных установок.

### **Испытание рудничных канатов**

Шахтные канаты должны испытываться на канатно-испытательных станциях, зарегистрированных в установленном порядке.

Резервный испытанный канат перед навеской может вторично не испытываться, если срок хранения его не превышает 5 лет.

Все подъемные канаты вертикальных и наклонных шахтных подъемов (за исключением канатов на грузовых наклонных подъемах с углом наклона менее 30 град.), канаты для подвески полков, спасательных лестниц и проходческих люлек, резино-тросовые уравнивающие канаты должны быть испытаны перед навеской в установленном порядке.

Канаты, испытанные перед навеской, должны повторно испытываться (за исключением канатов в установках с одноканатными и многоканатными шкивами трения; канатов для подвески полков и нижних уравнивающих канатов) в следующие сроки:

а) через каждые 6 мес. – на людских и грузо-людских подъемных установках, а также для проходческих люлек;

б) через 12 мес. после навески и затем через каждые 6 мес. – на грузовых, аварийно-ремонтных и передвижных подъемных установках, а также для спасательных лестниц;

в) через 6 мес. после навески, а затем через каждые 3 мес. – подъемные многопрядные неоцинкованные малокрутящиеся канаты (грузовые и грузо-людские).

Срок повторных испытаний канатов исчисляется с момента их навески.

Канаты могут повторно не испытываться, если они периодически проходят инструментальный неразрушающий контроль дефектоскопами на обнаружение оборванных проволок и потерю сечения металла.

Для испытания каната отрезается его конец длиной не менее 1,5 м. Для повторных испытаний каната отрезается кусок такой же длины над последним жимком запанцировки.

Каждый образец каната, направляемый на испытание, должен быть снабжен копией заводского паспорта, заверенной шахтой, и дощечкой или металлическим ярлыком, прикрепленным к канату проволокой. На ярлыке должны быть указаны: организация (предприятие), шахта, номер и назначение подъема, канат правый или левый, заводской номер каната, ГОСТ, диаметр каната, конструкция каната, даты навески, отрубки и отправки каната на испытание.

Канат должен быть снят и заменен другим, если закончился предельный срок службы по результатам визуального и инструментального контроля или если при повторном испытании:

а) запас его прочности окажется ниже 7-кратного – для людских и аварийно-ремонтных подъемов; 6-кратного – для грузо-людских подъемов и проходческих люлек; 5-кратного – для грузовых, передвижных подъемных установок и спасательных лестниц;

б) суммарная площадь проволок, не выдержавших испытания на разрыв и перегиб, достигает 25% общей площади поперечного сечения всех проволок каната.

На канаты с максимальной длиной отвеса более 600 м в вертикальных стволах, рассчитанных по переменному запасу прочности, распространяется только требование пп. "б".

Тяговые канаты монорельсовых и напочвенных дорог, испытанные перед навеской, должны испытываться повторно через каждые 6 мес. Если при повторном испытании суммарная площадь проволок, не выдержавших испытания на разрыв и перегиб, достигает 25% общей площади поперечного сечения всех проволок каната, канат должен быть снят и заменен другим.

### **Надзор за канатами**

Запрещается навешивать или продолжать работу стальными канатами с порванными, выпученными или запавшими прядями, с узлами, "жучками" и другими повреждениями.

Применение счаленных канатов допускается только для откатки грузов по горизонтальным выработкам, наклонным выработкам с углом наклона до

30 град., а также на подземных пассажирских подвесных канатных, моно-рельсовых и напочвенных дорогах. При проходке стволов в случае применения для подвесного оборудования канатов длиной более 1000 м допускается соединение их спаренными коушами с установкой на каждой ветви каната жимков.

Канаты шахтных подъемных установок подлежат осмотру специально выделенными лицами, назначенными приказом по шахте, в следующие сроки:

а) ежедневно – подъемные канаты сосудов и противовесов вертикальных и наклонных подъемных установок, уравновешивающие канаты подъемных установок со шкивами трения, канаты для подвески механических грузчиков (грейферов) при проходке стволов;

б) еженедельно – уравновешивающие канаты подъемных установок с машинами барабанного типа, тормозные и проводниковые канаты, канаты для подвески полков, кабеля и проходческого оборудования, а также подъемные и уравновешивающие резинотросовые канаты с участием механика подъема;

в) ежемесячно – амортизационные и отбойные канаты, подъемные и уравновешивающие канаты, включая участки каната в запанцировке с участием главного механика шахты; канаты, постоянно находящиеся в стволах, с участием механика проходки строящейся шахты.

Все канаты должны осматриваться по всей длине при скорости движения не более 0,3 м/с.



---

---

## Глава 7 ПЫЛЕВОЙ РЕЖИМ ШАХТ

---

На каждой шахте должны осуществляться мероприятия по обеспыливанию воздуха в соответствии с Инструкцией по комплексному обеспыливанию воздуха.

Проекты новых и реконструируемых шахт (горизонтов), вскрытия и подготовки блоков, панелей, выемочных полей, а также паспорта выемочных участков, проведения и крепления подземных выработок должны содержать мероприятия по борьбе с пылью, выполняемые в соответствии с Инструкцией по комплексному обеспыливанию воздуха.

Вновь создаваемые горные машины для отбойки и транспортирования горной массы должны обеспечивать минимальное пылеобразование. Горные машины, при работе которых образуется пыль, должны быть оснащены средствами пылеподавления, поставляемыми заводами-изготовителями комплектно с машинами.

Запрещается эксплуатация горных машин без средств пылеподавления, а также в случаях, когда конструкция и параметры работ этих средств не соответствуют требованиям руководств по эксплуатации машин или неисправна блокировка, препятствующая пуску машины при нарушении пылеподавления.

Распыление (диспергирование) орошающей жидкости должно производиться форсунками (оросителями) при давлении не менее 0,5 МПа, а на выемочных и проходческих комбайнах – не менее 1,2 МПа.

При ведении очистных работ, а также при проведении выработок комбайнами избирательного действия по пластам средней мощности и мощным должно применяться предварительное увлажнение угля в массиве.

Если средства борьбы с пылью в действующих забоях не обеспечивают снижения запыленности воздуха до предельно допустимых концентраций, должны быть разработаны меры, обеспечивающие безопасность нахождения людей в запыленной зоне и обеспыливание воздуха, исходящего из этих забоев.

Приемные бункеры, опрокидыватели, устройства для загрузки и разгрузки скипов должны быть оборудованы средствами аспирации и очистки воздуха, а также устройствами для предотвращения просыпания горной массы и выдувания из нее пыли.

Запрещается подача свежей струи воздуха по стволам, оборудованным подъемами со скипами или опрокидными клетями, а также по оборудован-

ным ленточными конвейерами наклонным стволам и выработкам за пределами выемочного участка.

При всех производственных процессах, сопровождающихся образованием или выделением пыли, должен проводиться контроль ее концентрации в соответствии с Инструкцией по замеру концентрации пыли в шахтах и учету пылевых нагрузок.

Запрещается ведение горных работ при отсутствии или неработающих заводских средствах пылеподавления.

При комбинированной пылевзрывозащите должны применяться способы и средства предупреждения и локализации взрывов пыли, использующие как воду, так и инертную пыль.

Данные требования не распространяются на выработки гидрошахт и гидроучастков с самотечным гидротранспортом.

Не допускается применение способов борьбы с угольной пылью, основанных только на использовании воды на пластах, где угольная пыль не смачивается водой или не обеспечивается продолжительность действия защитных мер, основанных на применении воды, на протяжении одной смены.

При ведении взрывных работ должны осуществляться мероприятия по предупреждению взрывов пыли, предусмотренные Едиными правилами безопасности при взрывных работах.

Если в результате лабораторного анализа установлено, что угольная пыль является взрывчатой, то такой пласт относят к опасным по пыли, а шахту переводят на пылевой режим. При разработке свиты пластов, включающих в себя опасные пласты, пылевой режим устанавливают во всех выработках, предназначенных для разработки опасных по пыли пластов, а также в выработках обще шахтного назначения. Кроме того, создают защитную зону в выработках, соединяющих опасные по пыли пласты с неопасными.

Все мероприятия, составляющие суть пылевого режима, могут быть разделены на три группы:

- мероприятия, препятствующие образованию пыли и пылевого облака;
- мероприятия, препятствующие появлению источников воспламенения пыли;
- мероприятия по локализации взрывов пыли

**Мероприятия, препятствующие образованию пыли и пылевого облака.** В процессе добычи полезного ископаемого образуется большое количество пыли. Пылеобразование зависит от технологических факторов и природных свойств разрабатываемых пластов, залежей и рудных тел. Так, на угольных шахтах удельное пылевыведение колеблется от 50 до 1000 г на 1 т добытого угля, а чаще всего составляет 100-200 г/т.

Применение машин с крупным сколом, орошение водой врубовой щели и угольной массы в момент ее разрушения комбайном, предварительное нагнетание воды в пласт, орошение водой в местах погрузки и разгрузки угля, бурение с промывкой, сухое пылеулавливание, дежательная вентиляция – все эти мероприятия уменьшают выход пыли и предназначены для снижения ее концентрации до предельно допустимой по санитарным требованиям, которая в тысячи раз меньше нижнего предела ее взрываемости (ПДК составляет  $4 \text{ мг/м}^3$ , нижний предел концентрации сильновзрывчатой пыли –  $11 \text{ } 15 \text{ г/м}^3$ ).

Решающую роль в образовании пылевого облака имеет скорость движения воздуха в очистных и подготовительных забоях, а также у мест погрузки и перегрузки угля. Чем выше скорость, тем больше несущая способность потока, тем большее количество пыли переходит во взвешенное состояние. В большинстве случаев для разных по минералогическому составу пылей запыленность воздуха начинает возрастать при скорости его движения не менее  $1,8 \text{ м/с}$ . При расчетах необходимого количества воздуха по пылевому фактору при проектировании вентиляции и на действующих шахтах рекомендуют принимать в очистных забоях минимально допустимую скорость движения воздуха  $0,9 \text{ м/с}$ , а оптимальную  $1,6 \text{ м/с}$ , в подготовительных забоях с конвейерной доставкой – соответственно  $0,7$  и  $1,3 \text{ м/с}$ .

При использовании рельсового транспорта во избежание растряски и измельчения угля следует обращать внимание на исправность подвижного состава, избегать перегрузки вагонеток, поддерживать в надлежащем состоянии рельсовые пути.

В главных воздухоподающих выработках шахт воздух движется, как правило, со скоростью, близкой к максимально допустимой ( $8 \text{ м/с}$ ) и в три-четыре раза превышающей скорость, при которой начинается срыв пыли, осевшей в выработках или находящейся в транспортных сосудах. Поднятая в воздух пыль разносится по шахте, поэтому запрещается подача свежей струи воздуха по стволам, оборудованным скиповыми подъемными, опрокидными клетями, а также по наклонным стволам, уклонам и бремсбергам, оборудованным конвейерами, которые не имеют средств пылеподавления, обеспечивающих снижение запыленности до ПДК.

То или иное мероприятие, предупреждающее накопление пыли, проводят в зависимости от интенсивности пылеотложения.

В выработках околоствольного двора откаточного горизонта, капитальных выработках со свежей струей воздуха, а также в выработках околоствольного двора вентиляционного горизонта и капитальных с исходящей струей воздуха осуществляют периодическую побелку.

Во всех горизонтальных и наклонных откаточных и вентиляционных выработках, расположенных на расстоянии более чем 200 м от лав, в тупиковых выработках вне призабойного участка при интенсивности пылеотложения до 1,2 г/(м<sup>3</sup>/сут) поверхности пылеотложения обмывают водой. Участки (длиной 200 м) выработок, примыкающих к лавам, при интенсивности пылеотложения до 50 г/(м<sup>3</sup>/сут) обмывают раствором смачивателя, при интенсивности от 50 до 200 г/(м<sup>3</sup>/сут) – связывают пыль с помощью туманообразующих завес и обмывают раствором смачивателя, при интенсивности более 200 г/(м<sup>3</sup>/сут) – то же, что и в предыдущем случае, или связывают пыль посредством смачивающе-связывающей пасты в сочетании с установкой пылеулавливающих жалюзийных перегородок.

**Мероприятия, препятствующие появлению источников воспламенения пыли.** Эти мероприятия являются такими же, которые применяют против воспламенения метана: использование предохранительных ВВ, электрического взрыва, взрывозащищенного электрооборудования и светильников, запрещение открытого огня и пр.

**Мероприятия по локализации взрывов пыли.** Эти мероприятия основаны на применении инертной пыли или воды с целью ограничения зоны дальнейшего распространения взрыва. К ним относят осланцевание выработок, применение сланцевых или водяных заслонов.

Смысл осланцевания горных выработок заключается в повышении зольности угольной пыли, осевшей в горных выработках, и образовании смеси угольной и инертной пыли в такой пропорции, которая не способна взорваться, будучи поднятой в воздух.

Инертную пыль готовят главным образом из известняка или глинистого сланца. К ней предъявляют следующие требования: она не должна содержать более 1% горючих веществ и более 10% свободного кремнезема, содержание других вредных примесей не должно превышать санитарных норм; инертная пыль должна быть мелкой и 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%).

Осланцеванию подвергают все поверхности выработок: бока, кровлю, почву и доступные места за затяжками. Расход инертной пыли на осланцевание (кг/м) рассчитывают по нижнему пределу взрывчатости пыли и норме осланцевания, установленным для каждого шахтопласта, по формуле

$$q = 0,16 S / (100 - N_c),$$

где S – площадь поперечного сечения выработки в свету, м<sup>2</sup>; N<sub>c</sub> – норма осланцевания, %, принимаемая по Каталогу шахтопластов по взрывчатым свойствам угольной пыли.

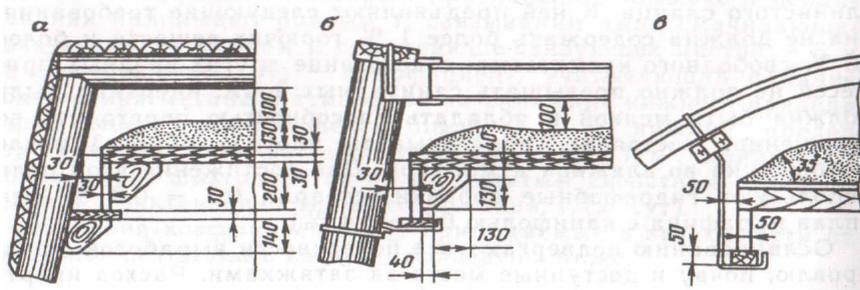
Осланцевание осуществляют вручную или с помощью специальных машин, позволяющих в течение 6-часовой смены обработать выработку площадью поперечного сечения 5-6 м<sup>2</sup> и длиной до 1000 м. Рабочих, занятых осланцеванием, снабжают противопылевыми респираторами и предохранительными очками.

Назначение заслонов – остановить взрывную волну и погасить горение пыли. Это достигается мгновенным увеличением зольности витающей пыли при опрокидывании полок взрывной волной и охлаждением газопылевого облака.

Заслоны в зависимости от применяемого материала делят на сланцевые и водяные.

С л а н ц е в ы й з а с л о н устраивают из ряда опрокидывающихся полок (рис. 7.1), устанавливаемых под кровлей поперек выработки. Ширина полок при жесткой конструкции составляет не менее 250 мм и не более 500 мм, а при свободно лежащем настиле – не более 1000 мм. Полки должны иметь бортики высотой не более 80 мм. Свободно лежащий настил чаще применяют в выработках с металлической арочной или бетонной крепью при площади их поперечного сечения более 7 м<sup>2</sup>. Расстояние между кровлей выработки и верхней поверхностью инертной пыли должно быть не менее 100 мм и не более 300 мм. Расстояние между полками заслона должно быть одинаковым, но не менее ширины полки рис. 7.1. Установка сланцевого заслона в выработках с деревянной крепью (а), железобетонными сетками с шарнирно-подвесными верхняками (б) и стальной арочной крепью (в).

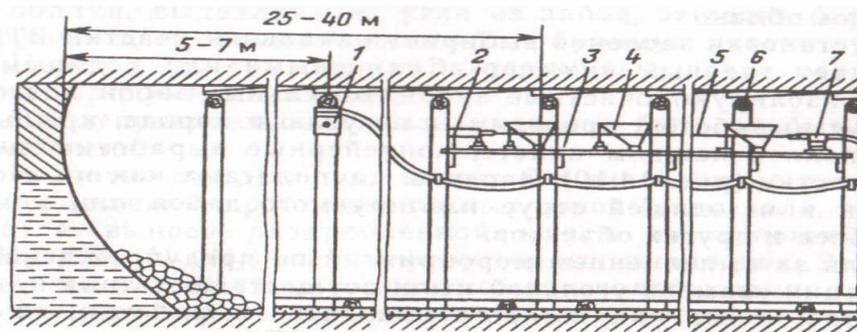
Количество инертной пыли в заслоне определяют 400 кг на 1 м<sup>2</sup> площади поперечного сечения выработанного в месте установки заслона, длина заслона должна быть 20 м. Заслоны устанавливают на расстоянии не бо-



**Рис. 7.1.** Установка сланцевого заслона в выработках с деревянной крепью (а), железобетонными сетками с шарнирно-подвесными верхняками (б) и стальной арочной крепью (в)

лее 300 м от забоев очистных и подготовительных выработок, сопряжений штреков с кваршлагами, бремсбергами.

Водяной заслон рис. 7.2 устраивают из ряда сосудов вместимостью не более 80 л, при этом используют пластмассовые сосуды. Их устанавливают на дольных или поперечных рейках. Расстояние от кромки сосудов принимают не менее 100 мм и не больше. Сосуды устанавливают на равном расстоянии друг от друга не менее чем через 500 мм. Общая длина заслона до, не менее 30 м. Количество воды в заслоне принимают за 400 л на 1 м<sup>2</sup> площади поперечного сечения. Выраженные заслоны устанавливают на расстоянии не меньше и не более 250 м от возможного места взрыва.



**Рис. 7.2.** Первичный водяной заслон с принудительным срабатыванием:

- 1 – фотоэлектрический датчик; 2 – механизм опрокидывания; 3 – опорная рейка;
- 4 – сосуд с водой; 5 – трос с кулачками; 6 – опора 7 – механизм спуска

Забои штреков, отстоящие от очистных забоев на 40-150 м, изолируют первичными водяными заслонами с принудительным срабатыванием. Заслоны состоят из сосудов, изготовленных из листов, которые заполняют водой из расчета 100 л на 1 м<sup>2</sup> поперечного сечения выработки, расстояние от забоя выработки не более 40 м. В том случае, когда пыль взрывается, излучение улавливается фотоэлектрическим датчиком, заложенным в 5-7 м от забоя. Фототок взрывает электродетонатор в механизме спуска, и заслон срабатывает, останавливая и гася пылевое облако.

Места установки заслонов выбирает начальник участка ВТБ и утверждает главный инженер. Сланцевыми или водяными заслонами изолируют очистные забои, отдельные забои подготовительных выработок, проводимых по углю и породе, крылья шахтного поля в каждом пласте, конвейерные выработки, пожарные участки. Заслоны располагают как на входящей, так и исходящей струе изолируемого забоя или комплекса забоев и других объектов.

Контроль за выполнением мероприятий по предупреждению и локализации взрывов угольной пыли осуществляют лица надзора участка, в ведении которого находятся выработки, ежемесячно, а также лица надзора участка ВТБ не реже одного раза в сутки. Не реже одного раза в квартал контроль пылевзрывобезопасности выработок проводится лабораторией ВГСЧ.

Для предупреждения взрыва пыли проводятся следующие мероприятия.

1. При ведении взрывных работ допускается применять ВВ не ниже II класса, огневое и электрическое взрывание. Перед заряданием необходимо орошать водой всю поверхность выработки на расстоянии не менее 5 м в обе стороны от места установки заряда.

2. Для зарядания применяется водяная забойка или гидропаста, состоящая из водного раствора жидкого стекла (относительной плотностью 1,052) – 93% и соляной кислоты, разбавленной до концентрации 1 : 1 (относительной плотностью 1,08), 7%. При взрывании накладными зарядами заряд покрывается оболочкой гидропасты или увлажненной глиной. При взрывании шпуровых зарядов оболочка из воды или гидропасты окружает заряд. При ликвидации зависания руды в дучках заряд помещается в полиэтиленовый мешок, заполненный гидропастой.

3. Взрывные работы производятся после вывода людей в безопасное место, установленное на каждый случай паспортом, утвержденным главным инженером шахты.

Указанные мероприятия проводятся в забоях I группы только при взрывании для дробления негабарита и ликвидации зависания руды; а в забоях II группы – также при взрывании шпуровых зарядов в подготовительных выработках и скважинных – в очистных.

При взрывании шпуровых зарядов допускается огневое и электрическое взрывание. Зарядание производится водостойчивыми ВВ не ниже II класса с заполнением шпуров гидропастой. Перед заряданием шпуров производится смывание сульфидной пыли с забоя и со всех поверхностей выработок призабойной зоны на протяжении 10 м от забоя. Взрывание производится при отсутствии людей на пути движения исходящей струи воздуха и на расстоянии не менее 150 м от забоя со стороны поступления свежей струи.

При взрывании скважинных зарядов мероприятия по предупреждению взрыва пыли включаются в специально разработанные проекты для массовых взрывов. Допускается применение электрического взрывания и с помощью детонирующего шнура. При короткозамедленном взрывании интервал замедления между рядами (веерами) скважин не должен превышать 100 мс, а максимальное время замедления – 250 мс. В качестве забойки применяются водонаполненные полиэтиленовые ампулы.

Перед заряджанием скважин производится смывание сульфидной пыли со всей поверхности выработок призабойной зоны на протяжении не менее 30 м от крайних скважин. На расстоянии 7-10 м от зоны взрыва в примыкающих выработках устанавливаются оросители, включаемые после заряджания.

Взрывание скважинных зарядов производится при отсутствии людей в шахте (в перерыве между сменами или внерабочие смены). В шахтах II группы допуск людей в забои после взрывания зарядов разрешается только после осмотра места взрыва работниками ВГСЧ.

Как в серных, так и в колчеданных шахтах рабочие и лица надзора снабжаются изолирующими самоспасателями. Лица сменного надзора и бригадиры обеспечиваются газоанализаторами.

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

### **Борьба с пылью в россыпных шахтах**

Многие научно-исследовательские институты предложили большое количество мероприятий по обеспыливанию буровых работ. Были созданы многочисленные пылеулавливающие установки: М-60, ПО-4м, ВНИИ-71м-РД (ВНИИ-64-РД), НРП-1, ТПУ-4, ТБИОТ-53, ДСП-3, СПН-5, УСПН-6, ПЦОУ-1 и др. Они не получили широкого распространения. Как правило, бурение шпуров на россыпных шахтах Республики Саха (Якутия) ведется без средств пылеулавливания и пылеподавления. Объясняется это прежде всего спецификой пылеобразования в условиях шахт и рудников Северо-Востока. На пылеобразование влияют температурно-влажностный режим мерзлого массива, направление и интенсивность рудничных тепломаассообменных процессов.

Исследователями, занимающимися изучением свойств мерзлых дисперсных сред, указывается на зависимость прочности пород от температуры. Наиболее интенсивное изменение физико-механических свойств (прочностных свойств) мерзлых пород наблюдается в интервале температур от -0,3-0,5 до -3-5°C. В свою очередь, их прочностные свойства определяют выход пыли. Следовательно, в условиях многолетней мерзлоты выход пыли во многом определяется температурным режимом горного массива: с понижением температуры массива он возрастает, а с повышением – уменьшается.

Повысить температуру горного массива (в области разрушения) при бурении можно следующим способом. В процессе бурения за счет механической работы породоразрушающего инструмента в забой выделяется тепло. Физический КПД разрушения пород ударным способом не превышает 5-7%.

Это позволяет считать, что почти вся механическая энергия, подведенная в забой, рассеивается в виде тепла.

Экспериментально получено, что при энергии удара  $6 \cdot 10$  Дж/м<sup>2</sup> максимальная температура достигает 250°С. Тепловые вспышки проникают в массив на глубину 0,5 мм. При бурении шпура с продувкой воздухом от -20 до +5°С вследствие адиабатического расширения в забое происходит его дополнительное охлаждение, и снижается нагрев забойной части шпура. Поэтому, подавая на забой шпура активную воздушную струю воздуха с достаточно высокой температурой, можно добиться повышения температуры мерзлого массива от -7,-10° (естественный уровень) до -0,3, -0,5°С. Повышение температуры до указанных пределов ведет к значительному снижению прочностных свойств пород и, как следствие, к резкому снижению пылеобразования.

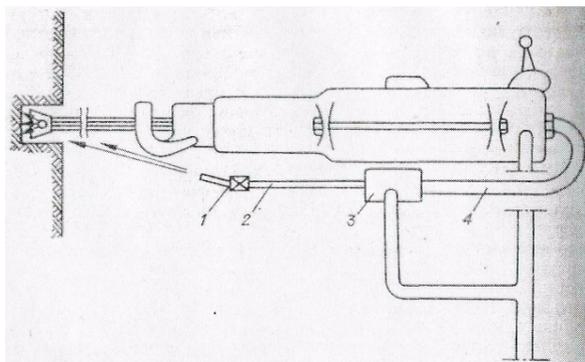
Значительный запас кинетической энергии, большая скорость и турбулентность пылевоздушного потока, высокая удельная плотность частиц и их полидисперсность в момент разрушения и при движении по шпуру обуславливают высокую степень коагуляции. Если частички пыли находятся в мерзлом состоянии, коагуляционные способности их весьма низки. Влажные частицы хорошо коагулируют. Подача теплого воздуха в забой шпура приведет к оттаиванию и увлажнению частиц. Коагуляционные процессы оттаявших частиц усиливаются за счет увеличения толщины пленки ориентированной воды. Как указывает Н.А. Цытович, в песках вся влага, образующаяся при таянии содержащегося в них льда, как правило, сохраняется в виде пленочной и капиллярной воды. Однако при бурении с продувкой скважин воздухом вода отжимается от забойной части, а, следовательно, коагуляционные способности продуктов разрушения снижаются.

Метод конденсационного увлажнения пыли заключается в том, что при пересыщении воздуха водяным паром происходит конденсация пара на пылинках, которые, смачиваясь и утяжеляясь, интенсивно осаждаются. Для грубодисперсных аэрозолей Юнге нашел, что коэффициент увеличения радиуса частицы

$$R = \frac{\text{Радиус частицы при 95\% влажности}}{\text{Радиус частицы при 40\% влажности}} = 1,3$$

ее объем—2,197. Исследования Б.В. Дерягина и др. показали, что методом конденсации водяных паров на пыли можно увлажнять даже несмачивающуюся пыль. Необходимое условие конденсации пара на частицах – его критическое пересыщение ( $\xi_{кр}$ ). В соответствии с исследованиями Б.В. Дерягина и З.М. Зорина степень  $\xi_{кр}$  обратно пропорциональна радиусу частиц. Так, при  $r=2$  мкм  $\xi_{кр} = 1,001$ . Если в пылевом потоке, выходящем из шпура, находятся частицы радиусом 5 мкм и более, то необходимая степень пересыщения воздуха паром близка к единице, что указывает на исключительно

легкие условия конденсационного смачивания частиц пыли при относительной влажности воздуха, близкой к 100%. Необходимое пересыщение может быть достигнуто различными способами.



**Рис. 7.3.** Общий вид перфоратора ПР-30РУ с пылеподавляющей приставкой:

1 – регулировочный вентиль; 2 – холодная труба; 3 – вихревой энергоразделитель; 4 – теплая труба

С помощью острого пара, адиабатического расширения воздуха, смешения теплого влажного воздуха с холодным и т.д.

Таким образом, если подать в забой шпура достаточное количество тепла, можно добиться значительного снижения выхода пыли, причем пылевое облако, выходящее из шпура, попадая в более холодную атмосферу, подвергнется дополнительному конденсационному осаждению.

Эффект Ранка-Хилша послужил основой способа борьбы с пылью с помощью тепло-холодных струй воздуха. Принцип работы предложенной нами пылеподавляющей установки заключается в следующем. Дросселирование сжатого воздуха в энергоразделителе приводит к разделению его потока на теплый и холодный; теплый поток воздуха через центральное отверстие перфоратора и канал бура направляется в забой шпура на продувку, а холодный – на обдув устья шпура. Установка крепится непосредственно на бурильный молоток и теплой стороной присоединяется к его тыльной части, соосно с центральным отверстием. Конструктивные элементы установки рассчитываются по обобщенным характеристикам и методике проф. А.П. Меркулова. Опытная установка была разработана (Г.П. Довиденко) в лаборатории рудничной аэрологии ИФТПС, изготовлена в ЦРММ комбината "Индибирзолото" и испытана на шахтах прииска "Кулар".

## Глава 8 ГАЗОВЫЙ РЕЖИМ

Под газовым (пылевым) режимом шахт понимают систему мероприятий, направленных на предупреждение взрыва газа (пыли) в шахтах.

Если шахта признана опасной по газу, ее немедленно переводят на газовый режим. Газовый режим устанавливается для шахты в целом даже в том случае, если в свите разрабатываемых пластов имеются негазоносные. Это означает, что он должен соблюдаться и в выработках негазоносных пластов. Газовый режим должен соблюдаться также при проходке стволов, шурфов или других вскрывающих выработок, если в них обнаружен метан или ожидается его выделение. Исключение составляют калийные шахты, где при разработке нескольких пластов или залежей газовый режим распространяется только на те пласты или залежи, на которых обнаружено выделение газа, при условии их обособленной вентиляции.

Требования газового режима тем жестче, чем более газообильна шахта. По величине газообильности все газовые шахты делят на пять, а рудники на четыре категории.

Характер газового режима определяется категорией шахты по газу, которая устанавливается ежегодно в январе по наибольшей относительной газообильности шахты, горизонта, пласта, крыла, участка и вида выделения метана – суфлярное, внезапные выбросы (табл. 8.1).

Таблица 8.1

### Категория шахт

Показатели	Категории по газу				
	I	II	III	Сверхкатегорные	Опасные по внезапным выбросам
<b>Угольные шахты</b>					
Количество метана, выделяющегося в сутки на 1 т добычи м <sup>3</sup> /т	До 5	От 5 до 10	От 10 до 15	15 и более; шахты, опасные по суфлярным выделениям г	Шахты, разрабатывающие пласты, опасные или угрожаемые по внезапным выбросам угля и газа; шахты с выбросами породы

<b>Рудные и нерудные шахты</b>				
Количество горючих газов (метана и водорода), выделяющееся в сутки на 1 м <sup>3</sup> среднесуточной добычи горной массы в м <sup>3</sup>	До 7	От 7 до 14	От 14 до 21	21 и более шахты, разрабатывающие пласты, опасные по выбросам и суфлярам

Категория шахты по газу устанавливается совместным приказом генерального директора предприятия (начальника комбината, управляющего трестом) и начальника управления соответствующего региона Ростехнадзора.

В шахтах-новостройках, в которых ведутся только подготовительные и нарезные работы, категорию шахты следует принимать с последующей проверкой при дальнейшем развитии эксплуатационных работ. Если установлено, что шахта опасна не только по газу, но и по пыли, то помимо мероприятий газового режима должны выполняться мероприятия пылевого режима, т.е. на этой шахте должен соблюдаться пылегазовый режим.

### **Комплекс мероприятий газового режима**

Помимо соблюдения требований, общих для всех шахт, газовый режим дополнительно предусматривает организационно-технические мероприятия, которые разделяются на две группы: 1) для устранения скоплений газа до опасных пределов и 2) предупреждения появления источника воспламенения газа.

К первой группе мероприятий относятся следующие.

1. Применение таких систем разработок и способов управления кровлей и таких выемочных механизмов, при применении которых скопление газа было бы наименьшим. В частности, следует отдавать предпочтение системам, требующим минимального числа глухих забоев, особенно восстающих выработок, где скопление газа наиболее вероятно; управлению кровлей полным обрушением, при котором горное давление перераспределяется в выработанном пространстве, а угольный массив у забоя меньше подвергается разрушению, чем при наличии закладки выработанного пространства; добычным механизмам, дающим наименьшее измельчение угля, а следовательно, менее интенсивное газовыделение.

2. Снижение содержания метана средствами вентиляции. Если средствами вентиляции невозможно обеспечить содержание метана в воздухе в

пределах установленных норм, осуществляется дегазация разрабатываемых пластов, смежных пластов и выработанных пространств при метановыделении из этих источников.

3. Регулярный контроль содержания метана в рудничной атмосфере.

Мероприятия второй группы состоят в следующем: не допускается появление открытого пламени, раскаленных предметов и искр и запрещается курение и зажигание спичек в шахте; применяются специальные взрывчатые вещества и средства взрывания для взрывных работ, электрическое взрывание, специальное электрооборудование и светильники; соблюдается ряд предохранительных мер при ведении взрывных работ и эксплуатации электрооборудования и светильников в шахте.

При появлении в выработках слоевых скоплений суфлярных выделений или выбросов метана осуществляются дополнительные мероприятия.

В калийных шахтах, где эксплуатируется несколько калийных пластов (залежей), при наличии среди них отдельных газоносных пластов (залежей) или участков газовый режим распространяется только на эти отдельные пласты (залежи) или участки при условии обособленного их проветривания.

В металлических и апатитовых шахтах газ выделяется в основном в капитальные и подготовительные выработки, которые, как правила, оказывают на массив значительное дегазирующее действие. Это позволяет сосредоточить основные усилия на борьбе с газом в подготовительных выработках.

Особенности газовыделения на рудных и нерудных шахтах привели к тому, что только на единичных объектах введен газовый режим соответствующей категории, установленный для угольных шахт, а на остальных объектах ограничиваются проведением мероприятий.

### **Требования газового режима к вентиляции и дегазации шахт**

#### **Контроль состава рудничной атмосферы**

Контроль содержания метана осуществляется во всех выработках, где может выделиться или скопиться метан. Места и периодичность контроля устанавливаются начальником участка ВТБ и утверждаются главным инженером шахты.

Содержание метана в подземных выработках не должно превышать приведенных в табл. 8.2 норм.

**Недопустимая концентрация метана**

Вентиляционная струя	Недопустимая концентрация метана, % по объему
Исходящая из очистной или подготовительной выработки, камеры участка	Более 1
Исходящая из крыла шахты	Более 0,75
Поступающая в очистные выработки, к подготовительным забоям и в камеры	Более 0,5
Местные скопления метана в очистных, подготовительных и других выработках	2 и более

Места и периодичность контроля устанавливаются начальником участка ВТБ и утверждаются главным инженером шахты. Замеры выполняются лицами сменного надзора участка и работниками участка ВТБ. В забоях действующих очистных и подготовительных выработок замеры осуществляются, кроме того, бригадирами и звеньевыми, а при взрывных работах мастерами-взрывниками.

В выработках, оснащенных автоматическими переносными и стационарными приборами контроля, работники участка ВТБ производят замеры для проверки показаний приборов.

Результаты замеров концентрации метана, производимых в течение смены, заносятся лицами надзора и работниками участка ВТБ на доски. Работники участка ВТБ, кроме того, заносят результаты выполненных ими замеров в рапорты. Данные рапортов в тот же день переносятся в "Книгу замеров метана и учета загазирований" и подписываются начальником участка ВТБ. Рапорты должны храниться не менее 6 мес.

При проходке стволов, переведенных на газовый режим, замеры концентрации метана у забоя ствола производятся не менее 3 раз в смену. Для своевременного обнаружения метана ствол шахты или квершлаг, приближающийся к газоопасному пласту, с расстояния 10 м по нормали следует проходить с бурением передовой скважины глубиной не менее 5 м. При этом замеры содержания метана должны производиться тоже не реже 3 раз в смену.

Периодически производится набор проб воздуха в выработках работниками ВГСЧ в присутствии представителя участка ВТБ для определения содержания метана лабораторным путем.

Действующие тупиковые выработки должны быть обеспечены приборами и аппаратурой контроля содержания метана и углекислого газа.

В шахтах III категории и выше контроль содержания метана у проходческих и выемочных комбайнов и врубовых машин должен производиться при помощи автоматических приборов. Все рабочие, ведущие работы в тупиковых и очистных выработках и в выработках с исходящими вентиляционными струями таких шахт, должны обеспечиваться индивидуальными сигнализаторами метана, совмещенными с шахтным головным светильником. Допускается их замена сигнализаторами метана нового поколения.

Автоматическая стационарная аппаратура контроля содержания метана должна при недопустимой концентрации метана обеспечивать автоматическое отключение электроэнергии с потребителей, расположенных в соответствующих забоях, а также в выработках, по которым проходит контролируемая воздушная струя с повышенным содержанием метана.

Места установки автоматических переносных приборов и датчиков стационарной аппаратуры контроля содержания метана определяются в порядке, установленном Ростехнадзором России.

Периодичность замеров метана:

У забоев действующих тупиковых выработок, стволов, в исходящих вентиляционных струях тупиковых и очистных выработок и выемочных участков при отсутствии автоматического контроля замеры концентрации метана должны производиться в шахтах I и II категории не менее двух раз в смену, в шахтах III категории и выше – не реже трех раз в смену. Один из замеров должен выполняться в начале смены. Во всех указанных выше местах замеры концентрации метана должны выполняться сменными инженерно-техническими работниками участка или бригадирами и звеньевыми. При этом не реже одного раза в смену замеры должны проводиться работниками участка ВТБ.

В поступающих в тупиковые и очистные выработки вентиляционных струях, в тупиковых и очистных выработках, где не ведутся работы, и их исходящих струях, в исходящих струях крыльев и шахт, а также на пластах, где выделение метана не наблюдалось, и в прочих выработках замеры концентрации метана должны осуществляться работниками участка ВТБ не реже одного раза в сутки.

В машинных камерах замеры концентрации метана должны выполняться сменными инженерно-техническими работниками участка или персоналом, обслуживающим камеры, не реже одного раза в смену и работниками участка ВТБ – не реже одного раза в сутки. В тупиковых выработках и на выемочных участках шахт I и II категории при наличии переносных автоматических приборов контроля содержания метана, а также в тупиковых выработках и на выемочных участках шахт III категории и выше и в стволах, оснащенных стационарной аппаратурой контроля содержания метана, ра-

ботниками участка ВТБ должны производиться замеры не реже одного раза в сутки.

При обнаружении неисправности стационарной аппаратуры контроля содержания метана инженерно-технические работники, бригадиры (звеньевые) должны немедленно сообщить об этом горному диспетчеру и прекратить работу.

Замеры концентрации метана должны выполняться в порядке, установленном Ростехнадзором России.

Контроль содержания метана при взрывных работах осуществляется в соответствии с Едиными правилами безопасности при взрывных работах.

Результаты замеров концентрации метана, производимых в течение смены заносятся на доски, установленные в порядке, установленном Ростехнадзором России. Сменные инженерно-технические работники участка ВТБ, кроме того, заносят результаты выполненных ими замеров в наряд-путевки. Данные наряд-путевок в тот же день должны быть зафиксированы в порядке, установленном Ростехнадзором России, и подписаны начальником участка ВТБ. Наряд-путевки должны храниться не менее 6 мес.

Инженерно-технические работники участка ВТБ должны передавать по телефону результаты замеров начальнику (заместителю или помощнику начальника) участка ВТБ, который обязан ознакомить с ними и с показаниями стационарной автоматической аппаратуры контроля содержания метана под расписку начальников (заместителей или помощников начальников) участков, а также лицо, выдающее наряд по шахте.

Аварийные случаи загазирования выработок независимо от продолжительности загазирования (кроме местных скоплений у комбайнов, врубовых машин и буровых станков) должны расследоваться. Все случаи, загазирования должны фиксироваться в порядке, установленном Ростехнадзором России.

Все случаи воспламенения газа и угольной пыли независимо от вызванных ими последствий должны расследоваться и оформляться актами в установленном порядке.

На всех газовых шахтах один раз в квартал должен составляться перечень участков горных выработок, опасных по слоевым скоплениям метана. Контроль за слоевыми и местными скоплениями метана должен проводиться в порядке, установленном Ростехнадзором России.

Все инженерно-технические работники при посещении шахты, а также бригадиры (звеньевые) на рабочих местах обязаны производить замеры содержания метана и углекислого газа. В случае обнаружения недопустимого содержания метана или углекислого газа они должны принимать соответствующие меры.

На всех газовых шахтах в тупиковых выработках, проводимых с применением электроэнергии и проветриваемых ВМП, кроме вертикальных стволов и шурфов, должна применяться аппаратура автоматического контроля расхода воздуха.

В шахтах III категории и выше должна применяться аппаратура автоматического контроля работы и телеуправления ВМП с электроприводом, а также централизованный телеконтроль расхода воздуха на выемочном участке.

### **Дегазационные работы в шахте**

Для ведения дегазационных работ и обслуживания установок на шахтах организуются специальные участки по дегазации. Начальник участка подчиняется непосредственно главному инженеру шахты.

На шахте должен быть проект дегазации, разработанный проектным институтом или проектной организацией производственного объединения (комбината) и утвержденный технический директором производственного объединения (главным инженером комбината, треста). Ежегодно проект корректируется с учетом последних достижений науки и техники.

Вакуум-насосная станция для дегазационных работ располагается на поверхности шахты. С разрешения технического директора производственного объединения (главного инженера комбината, треста) допускается применение подземных временных вакуум-насосных установок.

Магистральные газопроводы прокладываются по стволам с исходящей струей воздуха или в качестве газопровода используются специально пробуренные и обсаженные скважины. Допускается прокладка магистральных газопроводов по наклонным стволам и уклонам со свежей струей воздуха, если по этим выработкам не производится откатка груза и механизированная перевозка людей.

В местах подсоединения участкового газопровода магистральному на участковом газопроводе устанавливаются задвижки. Последние устанавливаются также на каждой ветви участкового газопровода.

Магистральные и участковые газопроводы подвергаются осмотру один раз в неделю с занесением результатов осмотра в "Книгу осмотра и ремонта газопроводов". Ответственность за состояние всех шахтных газопроводов возлагается на начальника участка.

Для каждого участка шахты составляется паспорт на бурение дегазационных скважин, утверждаемый главным инженером шахты.

Дегазационные скважины забуриваются из камер или непосредственно из выработок. Камеры не должны иметь дверей, ширина входа в камеру должна быть равна ширине камеры. Пусковая аппаратура бурового станка

устанавливается вне дегазационной камеры со стороны свежей струи. При бурении скважин в выработках, проветриваемых ВМП, пусковая аппаратура блокируется с вентилятором. Содержание метана в камере (в выработке вблизи бурового станка) непрерывно контролируется переносным автоматическим прибором.

На действующей дегазационной скважине устанавливаются задвижка или вентиль для перекрытия скважины; устройство для замера дебита, разрежения или давления и концентрации метана; водоотделители, если из скважины поступает вода.

В тех случаях, когда дегазационная скважина будет использована для увлажнения угля в массиве, она отключается от шахтной дегазационной сети при подходе к ней лавы на расстояние 20-30 м.

### **Мероприятия на случай местных скоплений метана, остановки вентиляторов и нарушения вентиляции**

При обнаружении в выработках недопустимых концентраций метана (кроме местных скоплений у буровых станков, комбайнов и врубовых машин) рабочие должны быть немедленно выведены на свежую струю, выработки закрешены, а с электрооборудования должно быть снято напряжение. В случае образования у буровых станков, комбайнов и врубовых машин местных скоплений метана, достигающих 2% и более, необходимо остановить машины и снять напряжение с питающего их кабеля. Если обнаруживается дальнейший рост концентрации метана или в течение 15 мин она не снижается, люди выводятся на свежую струю. Возобновление работы машин допускается после снижения концентрации метана до 1%.

В случае остановки главного или вспомогательного вентилятора, ВМП, а также нарушения вентиляции работа на участках прекращается, люди немедленно выводятся на свежую струю, а с электрооборудования снимается напряжение.

Если остановка главного вентилятора продолжается более 30 мин, то люди должны выйти к стволу, подающему свежий воздух. Дальнейшие действия определяются планом ликвидации аварии.

В случае остановки вентиляторов (главных, вспомогательных или местного проветривания), а также нарушения вентиляции включение электрических машин, аппаратов и возобновление работ допускается только после восстановления нормального режима проветривания и предварительного замера содержания метана.

Восстановление нормального режима проветривания осуществляется разгазированием горных выработок. Мероприятия по безопасному разгази-

рованию выработок разрабатываются начальником участка, согласовываются с начальником участка ВТБ и участковым горнотехническим инспектором. Они предусматривают:

1) снятие напряжения с электрооборудования и кабелей в выработках, по которым будет двигаться исходящая струя на всем отрезке ее пути, вплоть до исходящей струи крыла (шахты), и вывод людей из этих выработок;

2) выставление постов охраны на свежей струе и запрещающих знаков в местах возможного подхода людей к выработкам, по которым движется исходящая струя при разгазировании;

3) способ разгазирования, места и порядок проверки содержания метана в выработках после окончания разгазирования;

4) непрерывный автоматический контроль содержания метана в воздухе в месте слияния исходящей из загазированной тупиковой выработки и свежей воздушных струй, которое не должно превышать 2%.

### **Требования газового режима при ведении взрывных работ**

Для устранения опасности взрыва газа применяют ряд мер:

1) ограничивают применение взрывных работ в условиях повышенного газовыделения;

2) не допускают производства взрывных работ если содержание метана в забое выше допустимой нормы;

3) применяют специальные (предохранительные) ВВ и средства взрывания;

4) соблюдают определенные условия в процессе заряжания шпуров (скважин) и взрывания зарядов.

Если при замере будет обнаружено 1% метана и более (или в выработке у забоя не проведены мероприятия по борьбе с пылью), то заряжание и взрывание зарядов не допускается.

Выполнение требования о замере газа само по себе не устраняет опасности взрыва, так как в процессе взрывания может повыситься в несколько раз газовыделение (и пылеобразование) в связи с обнажением трещин и раздроблением массива угля. Поэтому необходимо выполнять третье и четвертое условия, т.е. применять предохранительные ВВ, беспламенное взрывание, соответствующие средства взрывания, а также соблюдать определенный режим при заряжании шпуров и взрывании зарядов.

Для устранения опасности последствий взрыва газа (пыли) взрывные работы в подготовительных выработках, исходящая струя из которых поступает в очистные забои, производятся между сменами или в специальные подготовительные смены при отсутствии людей в очистных забоях. Из забоев,

в которых ведутся взрывные работы, люди выводятся в специально пройденную камеру (нишу) или боковую выработку, находящуюся на расстоянии не менее 200 м от взрывааемых зарядов и омываемую свежей струей. Это требование не распространяется на случай ведения взрывных работ при применении средств беспламенного взрывания.

### **Применение предохранительных ВВ и средств взрывания**

При взрывании ВВ в горном массиве лишь часть высвободившейся при взрыве энергии расходуется на механическую энергию дробления и выброса породы. Неиспользованная энергия нагретых продуктов взрыва и ударной волны сообщается окружающей газопылевоздушной среде. Если газы (пыль) содержатся во взрывоопасной концентрации и степень их разогрева достаточна для вспышки, то может произойти взрыв.

Для устранения опасности взрыва среды применяются предохранительные ВВ (ПВВ), при взрывании которых температура продуктов взрыва снижается до 1500–1800°. При такой температуре охлаждение продуктов взрыва протекает таким образом, что на каждой температурной ступени оно наступает до истечения индукционного периода воспламенения среды для данной ступени. Снижение температуры продуктов взрыва достигается путем введения в состав ВВ пламегасителей (хлористого натрия, хлористого калия).

### **Применение водораспылительных завес и гидрозабойки**

Водораспылительные завесы должны устраиваться в подготовительных и нарезных выработках угольных шахт при производстве взрывных работ:

- а) в угольных и смешанных забоях на пластах с газовыделением свыше 5 м<sup>3</sup> на 1 т суточной добычи;
- б) в угольных и смешанных забоях при проведении выработок на пластах, опасных по пыли, независимо от их категории по газу;
- в) в забоях с суфлярными выделениями газа;
- г) в выработках, проводимых по породе, при применении не-предохранительных ВВ;
- д) на пластах, склонных к внезапным выбросам угля и газа, а также в зонах выработок, опасных по выбросам породы;
- е) опережающими скважинами большого диаметра, в которых применение забойки затруднительно;
- ж) в очистных забоях шахт, опасных по газу и пыли.

Водораспылительные завесы можно не применять при взрывных работах в обводненных забоях в случае наличия воды в шпурах.

Вместо водораспылительных завес допускается применение воздушно-механической пены.

Устройство водораспылительных завес. Водораспылительная завеса создает в забое в момент взрывания инертную предохранительную среду, препятствующую воспламенению метано-пыле-воздушной среды. Для устройства водораспылительной завесы используются полиэтиленовые сосуды, наполненные водой. Распыление воды достигается взрыванием патрона ПВП-1-У или угленита Э-6 массой 100-200 г, помещенного в сосуд с водой. Электродетонаторы зарядов, помещенные в шпурах, а также в сосудах, соединяются в общую электровзрывную сеть последовательно и взрываются одновременно одним взрывным прибором.

Вместимость подвешиваемых сосудов составляет до 20-25 дм<sup>3</sup>, а укладываемых на почву до 40-50 дм<sup>3</sup>. Общий расход воды в сосудах на предупреждение одного взрыва принимается из расчета не менее 5 кг на 1 м<sup>2</sup> поперечного сечения выработки в черне.

Сосуды с водой располагаются на расстоянии 1-2 м от забоя и не более 2 м от боков выработки, считая по горизонтали. Расстояние от кровли выработки принимается не более 1,5 м для подвешенных сосудов и 2,5 м для сосудов, размещаемых на почве выработки.

На рис. 8.1 и 8.2 приведены типовые схемы расположения сосудов с водой в забоях.

Если завесы предназначены для применения в забоях с суфлярными выделениями метана, при сотрясательном взрывании и на пластах с метановыделением более 10 м<sup>3</sup>/т, то они должны быть способны локализовать взрыв метано-воздушной среды. Для создания таких завес сосуды с водой размещаются не менее чем в два ряда с расстоянием между ними 1,5-2 м (рис. 8.3). Соответственно удельный расход воды в завесе принимается не менее 10 кг/м<sup>2</sup> поперечного сечения выработки в черне.

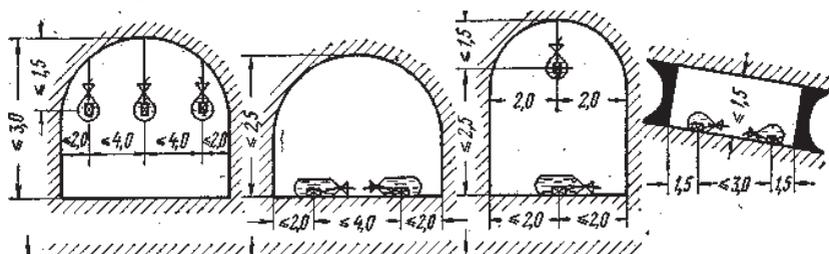


Рис. 8.1. Типовые схемы расположения сосудов с водой в забоях с одной обнаженной плоскостью

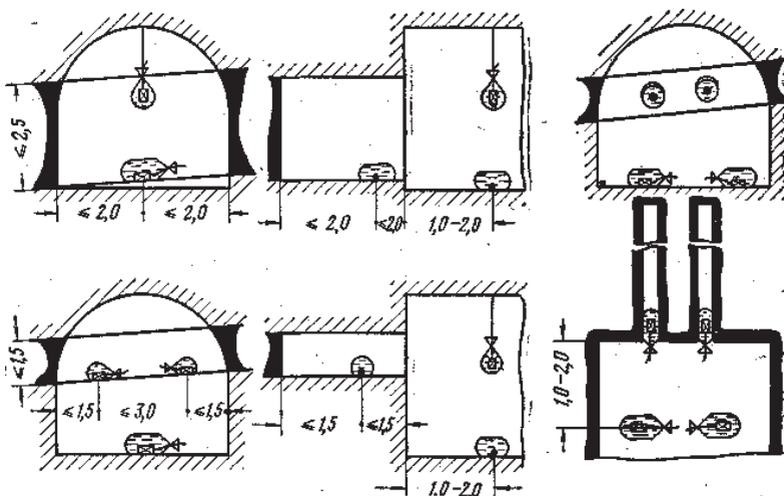


Рис. 8.2. Типовые схемы расположения сосудов с водой в забоях с двумя обнаженными плоскостями

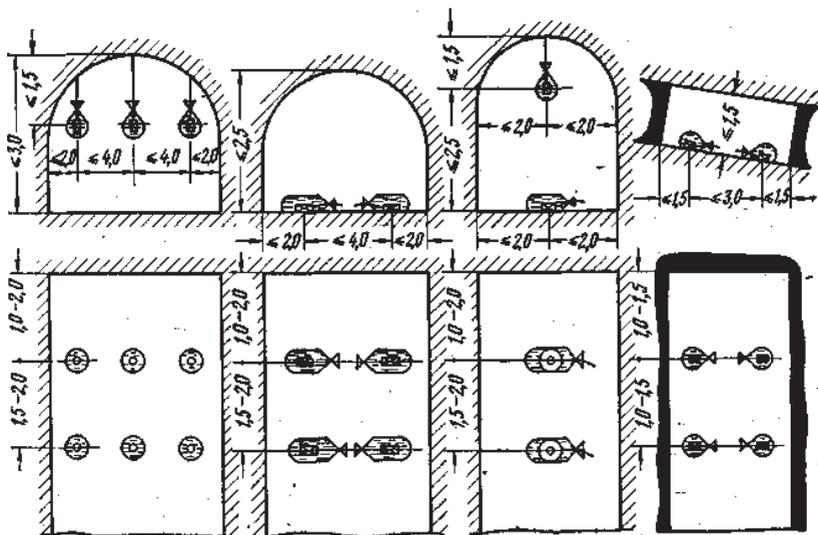
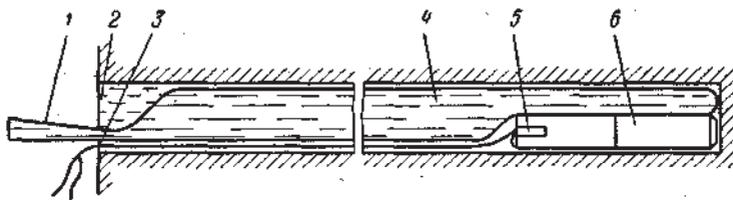


Рис. 8.3. Типовые схемы расположения сосудов с водой для создания локализирующих завес

Применение гидрозабойки (водяной забойки) шпуров. Как водораспылительные завесы, так и пена ввиду краткосрочности их действия могут не предохранить от возможных взрывов в случае выгорания зарядов ВВ. Поэтому применяется гидрозабойка, назначение которой состоит в том, чтобы не только предотвращать воспламенение пылевоздушной смеси при взрывании зарядов, но и препятствовать их выгоранию.

Гидрозабойка может быть осуществлена путем применения гидроампулы – ампулы взрывного монопатрона (АВМ) (рис. 8.4). Ампула изготавливается из пластикатовой пленки, и состоит из двух приваренных секций.



**Рис. 8.4.** Схема ампулы АВМ:

1 – самозапирающийся клапан ампулы; 2 – запирающая глинистая забойка; 3 – электродетонаторные провода; 4 – секция для воды в ампуле; 5 – электродетонатор; 6 – патронированный заряд в кармане ампулы клапаном и для укладки патронов ВВ. Диаметр первой секции на 6–8 мм больше диаметра шпура

Заряжание шпура производится путем укладки в карман патронов ВВ и досылки ампулы с зарядом в шпур деревянным забойником. Первая секция ампулы с помощью заливочного устройства заполняется водой непосредственно в шпуре и стенки ее прижимаются к стенкам шпура. Минимально допустимая длина водяной забойки 0,3 м. Кроме того, устье шпура запирается песчано-глинистой пробкой длиной 0,15 м. В шпуре глубиной более 1,5 м целесообразно применять эти забойки большей длины.

### **Требования газового режима при эксплуатации электрооборудования на горных предприятиях**

Применение электроэнергии получило широкое распространение. Однако необходимо учитывать, что с применением электроэнергии связано возникновение взрывов, вспышек газа и подземных пожаров. Поэтому важное значение приобретают мероприятия, направленные на повышение безопасности применения электрооборудования в шахтах, опасных по газу или пыли.

Эти мероприятия состоят в следующем: электроустановки выносятся за пределы зон повышенной газоносности (приводы стругов и конвейеров

располагаются на штреках); ВМП и распределительные пункты располагаются вне пути движения исходящей из забоя струи воздуха; применяется электрооборудование с обеспечением взрывозащиты и выполняется ряд требований при его эксплуатации; устанавливается область применения электрооборудования того или иного уровня взрывозащиты в зависимости от степени газоопасности выработки; применяются средства электрической защиты, снижающие вероятность появления открытых искровых или дуговых источников воспламенения; применяются средства опережающей защиты и, в частности, газовой защиты, действующей путем отключения тока в сети при помощи метан-реле; предъявляются специальные требования к применению электрооборудования в особо опасных условиях (на крутых пластах, опасных по внезапным выбросам угля и газа).

В зависимости от уровня взрывозащиты от воспламенения окружающей взрывоопасной среды электрооборудование разделяется на:

1) не имеющее средств взрывозащиты (для подземных выработок, рудничное нормальное – РН, для помещений и наружных установок – общепромышленное);

2) повышенной надежности против взрыва (для подземных выработок – РП, для помещений и наружных установок – Н), в котором предусмотрены средства и меры, затрудняющие возникновение опасной искры, электрической дуги и нагрева и обеспечивающие взрывозащиту электрооборудования только в режиме его нормальной работы;

3) взрывобезопасны (для подземных выработок – РВ, для помещений и наружных установок – В), в котором предусмотрены меры защиты от взрыва окружающей взрывоопасной среды как при нормальной работе электрооборудования, так и при вероятных его повреждениях;

4) особо взрывобезопасное при любых повреждениях (для подземных выработок – РО, для помещений и наружных установок – О), в котором предусмотрены меры защиты от действия искры и электрической дуги как при нормальной работе, так и при неограниченном числе повреждений любых элементов.

Уровень взрывозащиты может быть обеспечен следующими видами взрывозащиты.

Уровень взрывозащиты РП обеспечивается:

1) искробезопасностью только в нормальном режиме; обозначение И;

2) средствами и мерами, затрудняющими возникновение опасной искры, электрической дуги и нагрева; обозначение П;

3) взрывонепроницаемой оболочкой; обозначение 1В – 4В;

4) заполнение оболочки с токоведущими частями маслом; обозначение М.

Уровень взрывозащиты РВ обеспечивается:

1) взрывонепроницаемой оболочкой с обозначением: 1В – при напряжении  $U \leq 65$  В и токе короткого замыкания  $I_k = 100$  А; 2В – при  $U \leq 127$  В и  $I_{к.з.} = 450$  А; 3В – при  $U \leq 660$  В и  $I_{к.з.} = 1500$  А; 4В – при  $U \leq 6000$  В и  $I_{к.з.} = 10\ 000$  А. В световых приборах независимо от значений  $U$  и  $I_k$ . 3 установлено обозначение 1В;

2) заполнением оболочки с токоведущими частями кварцевым песком; обозначение К;

3) автоматическим отключением напряжения с токоведущих частей при нарушении защитной оболочки за время, исключающее воспламенение смеси; обозначение А.

Уровень взрывозащиты РО обеспечивается искробезопасностью при любых режимах; обозначение И.

Общий уровень взрывозащиты электрооборудования, в состав которого входят элементы с различными уровнями взрывозащиты, устанавливается по элементу с наиболее низким уровнем.

Обозначение уровня взрывозащиты ставится на корпусе электрооборудования в прямоугольнике, а вида взрывозащиты – в окружности.

### **Характеристика и область применения электрооборудования по уровню взрывозащиты**

Электрооборудование по его исполнению и предназначению характеризуется следующим образом.

Электрооборудование в общепромышленном и нормальном рудничном исполнении. Это оборудование, не имеющее средств взрывозащиты, допускается к применению в шахтах, опасных по газу или пыли, в каждом отдельном случае только с разрешения технического директора производственного объединения (главного инженера комбината, треста).

При проходке вертикальных шахтных стволов, опасных по газу или пыли, с разрешения технического директора производственного объединения (главного инженера комбината, треста) допускается применение электродвигателей в общепромышленном исполнении для подвесных насосов при условии содержания метана в месте их расположения не более 1%.

Рудничное электрооборудование в исполнении повышенной надежности. В электрооборудовании, не имеющем нормально искрящих частей (например, короткозамкнутые электродвигатели, трансформаторы, вводные муфты и шинные коробки), защита повышенной надежности осуществляется путем повышения надежности частей, искрение в которых или высокая температура могут возникнуть лишь при исключительных обстоятельствах

(перегрузка, короткое замыкание, нарушение целостности изоляции). С этой целью предъявляются повышенные требования к изоляционным материалам (с точки зрения дугостойкости и теплостойкости) и к качеству соединения (для обеспечения постоянства контактов). Допустимая температура для изоляции проводов обмоток принимается на 10% ниже, чем для обмоток с нормальным исполнением. Для выполнения этого требования снижается номинальная мощность для данного габарита машины.

В электрооборудовании, имеющем нормально искрящие части, защита повышенной надежности, кроме того, состоит в том, что последние заключаются во взрывонепроницаемую оболочку либо погружаются в масло. Примером могут служить электродвигатели с контактными кольцами во взрывонепроницаемой оболочке; аккумуляторные электровозы, в которых электродвигатели и пусковая аппаратура имеют взрывобезопасное исполнение, а в батарейном ящике предусмотрены только отверстия для вентиляции и удаления газов; светильники со взрывонепроницаемой вводной коробкой; масляные выключатели.

Взрывозащита повышенной надежности в световых приборах повышенной надежности состоит в том, что во взрывонепроницаемую оболочку заключены те части, в которых возможны опасные искрения или их нагрев в нормальном режиме работы, а также контакты патрона, в которых возможно опасное искрение при замене лампы.

Искробезопасная взрывозащита в оборудовании повышенной надежности обеспечивает искробезопасность только в нормальном режиме.

Рудничное электрооборудование повышенной надежности предназначается для применения в стационарных установках, расположенных в основных выработках шахт, опасных по газу или пыли, омываемых свежей струей воздуха за счет общешахтной депрессии.

Рудничное электрооборудование во взрывобезопасном исполнении.

1. Взрывозащита рудничного взрывобезопасного электрооборудования, осуществляемая взрывонепроницаемой оболочкой, выполняется так, что эта оболочка обладает взрывоустойчивостью и взрывонепроницаемостью.

Для достижения взрывонепроницаемости оболочки применяется щелевая или фланцевая защита. Это означает, что зазорам в оболочке в местах стыков и соединений отдельных ее частей или в местах прохода валов и осей управления придают соответствующие размеры: по ширине 0,1-0,5 мм и по длине 5-25 мм.

При наличии щелевой защиты раскаленные газы взрыва, проходя через зазоры, настолько охлаждаются, что окружающая оболочку метановоздушная среда не воспламеняется при данной продолжительности индукционного периода. В то же время ограничиваются размеры раскаленных

частиц металла и изоляции, выбрасываемых наружу. Лабиринтное фланцевое соединение препятствует их выбросу.

Для достижения взрывоустойчивости оболочка должна выдержать максимальное давление взрыва метано-воздушной смеси, а также водородо-воздушной смеси, которые могут образоваться при воздействии дуги короткого замыкания на трансформаторное масло или электроизоляционные пластмассы.

Взрывоустойчивость оболочки определяется гидравлическим испытанием и испытанием во взрывной камере посредством взрывания внутри оболочки 10% метано-воздушной и метано-кислородовоздушной смеси. Одновременно с испытанием на взрывоустойчивость во взрывной камере устанавливается взрывонепроницаемость оболочки и производится проверка фланцев на прогиб, вызывающий увеличение зазора.

Оболочка должна противостоять внешним механическим воздействиям в условиях шахты. Ее следует изготавливать из материалов, не дающих искрения о металл и породу. В качестве такого материала может быть применена сталь, но нельзя использовать алюминиевые сплавы.

Наружная часть оболочки не должна нагреваться до температуры выше 200° С. Наибольшая опасность чрезмерного нагрева стенок оболочки создается при дуговом коротком замыкании или при перегрузке обмоток и других электрических частей. Эта опасность может быть устранена только при применении быстродействующих средств электрической защиты (максимальных токовых и тепловых температурных реле, а также реле утечки).

Взрывозащита взрывонепроницаемыми оболочками широко применяется при изготовлении электродвигателей, магнитных пускателей, автоматических фидерных выключателей, а также световых приборов, составной частью оболочки которых может быть защитный светопропускающий элемент. Используемая во взрывонепроницаемых оболочках щелевая защита применена также во взрывобезопасных аккумуляторных электровах 5АРВ, батареи которых снабжены пластинчатой защитой против внутреннего взрыва метана. Пластинчатая защита представляет собой пакеты пластин, расположенных в два ряда на крышке батарейного ящика. Между пластинками сохраняются зазоры шириной не более 0,5 мм. Зазоры служат для усиления вентиляции надэлементного пространства. С целью предупреждения взрыва водородо-кислородо-воздушной смеси в батарейном ящике помещены палладирированные катализаторы, предназначенные для окисления всего водорода, выделяющегося из аккумуляторов при зарядке батареи.

2. Взрывозащита взрывобезопасного электрооборудования кварцевым заполнением состоит в том, что свободный объем оболочки электрооборудования заполняется очищенным и просеянным песком крупностью 0,5-1,2 мм.

Наличие слоя песка создает эффект пламегашения, а также снижения давления в оболочке благодаря окклюированию (поглощению) накаливаемых продуктов взрыва песком. Для понижения уровня заполнения кварцевым песком допускается экранирование из металлического листа с отверстиями. Кварцевое заполнение применяется в электрооборудовании, в котором электрические узлы конструкций, требующие погружения в песок, не имеют подвижных нормально искрящих частей (трансформаторы, твердые выпрямители и др.). С кварцевым заполнением, в частности, изготавливается трансформатор передвижной подстанции ТКШВП. При этом ячейки трехполосного разъединения на 6 кВ и ячейки фидерного автомата и реле утечки заключены во взрывонепроницаемую оболочку.

3. Взрывозащита взрывобезопасного электрооборудования автоматическим отключением применяется во взрывобезопасных светильниках. Она заключается в том, что нить накаливания отключается от источника тока при разрушении колпака или колбы светильника с таким опережением, при котором исключается воспламенение газа. Камера ввода взрывобезопасных светильников имеет взрывобезопасное исполнение.

Применение взрывобезопасного электрооборудования обязательно в очистных и подготовительных выработках. На крутых пластах, опасных по внезапным выбросам, оно допускается только при соблюдении дополнительных требований, повышающих безопасность работ.

Электрооборудование в особо взрывобезопасном исполнении при любом числе повреждений. Взрывозащита такого электрооборудования осуществляется искробезопасностью и характеризуется тем, что искры, возникающие при разрыве или замыкании отдельных цепей как при нормальном, так и при аварийном режимах, имеют настолько малую мощность, что они не способны воспламенить метано-воздушную среду. Искробезопасность достигается ограничением величин напряжения и тока, шунтированием схемы и созданием условий, снижающих вероятность случайного повреждения элементов системы. В качестве шунтов используют, например, полупроводниковые диоды. В шунтах при разрыве цепи под напряжением рассеивается энергия, в результате чего в месте разрыва цепи уменьшается выделение тепла. Искробезопасным током или напряжением называется ток или напряжение, в 2 раза меньшие воспламеняющих.

Для питания искробезопасных систем используются обособленные источники питания – гальванические элементы, аккумуляторы, индукторы, а также специальные трансформаторы, подключаемые к силовой сигнальной или осветительной сети.

Искробезопасными могут быть электрические цепи лишь весьма ограниченной мощности. Поэтому взрывозащита искробезопасностью может быть

применена только для сигнализации, телефонных аппаратов и коммутаторов, контрольно-измерительных приборов, цепей управления, блокировки и автоматизации мощных машин и аппаратов; искробезопасное исполнение имеет фотовспышка "Фотон", предназначенная для фотосъемок в шахтах, опасных по газу или пыли.

Электрооборудование особо взрывобезопасное при любом числе повреждений допустимо в любых выработках шахт, опасных по газу или пыли, в том числе на пластах, опасных по выбросам угля и газа.

### Требования вентиляции и газового режима для рудников

Содержание кислорода в воздухе выработок, в которых находятся или могут находиться люди, должно составлять не менее 20% (по объему). Содержание углекислого газа в рудничном воздухе не должно превышать на рабочих местах 0,5%, в выработках с общей исходящей струей шахты – 0,75%, а при проведении и восстановлении выработок по завалу – 1%. Суммарное содержание горючих газов метана и водорода в выработках не должно превышать 0,5% по объему (10% – нижней концентрации предела взрываемости, далее по тексту – НКПР).

Воздух в действующих подземных выработках не должен содержать ядовитых газов (паров) больше предельно допустимой концентрации, указанной в табл. 8.3.

Таблица 8.3

Наименование ядовитых газов шахт (паров)	Формула	Предельно допустимая концентрация газа в действующих выработках	
		по объему, %	мг/м <sup>3</sup>
Оксид углерода (оксид углерода)	CO	0,0017	20
Оксиды азота (оксиды азота) в пересчете на NO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	0,00026	5
Сернистый газ (диоксид серы, сернистый ангидрид)	SO <sub>2</sub>	0,00038	10
Сероводород	H <sub>2</sub> S	0,00071	10
Акроелин	C <sub>3</sub> H <sub>4</sub> O	0,000009	0,2
Формальдегид	CH <sub>2</sub> O	0,00004	0,5
Ртуть металлическая	Hg	-	0,01

*Примечание:* 1 м<sup>3</sup> водорода принимается эквивалентным 2 м<sup>3</sup> метана

Организация проветривания и количество воздуха, необходимого для проветривания отдельных выработок и шахты в целом, должны определяться для каждого месторождения по специальным методикам, согласованным с Госгортехнадзором России или, по его разрешению, с территориальными органами.

Расчет должен производиться позабойно суммированием потребностей отдельных забоев, действующих выработок, блоков, участков, панелей, пластов, общешахтных камер служебного назначения, с введением обоснованных коэффициентов запаса. Воздух, поступающий в подземные горные выработки, должен иметь температуру не менее +2 град. С.

Минимальная скорость воздуха в горных выработках определяется по формуле:

$$V_{\min} = \frac{0,1 P}{S} \text{ (м/с)},$$

где S – площадь поперечного сечения выработки, м<sup>2</sup>, а P – периметр выработки, м.

Максимальная скорость не должна превышать следующих норм:

- а) в очистных и подготовительных выработках – 4 м/с;
- б) в квершлагах, вентиляционных и главных откаточных штреках, капитальных уклонах – 8 м/с;
- в) в остальных выработках – 6 м/с;
- г) в воздушных мостах (кроссингах) и главных вентиляционных штреках – 10 м/с;
- д) в стволах, по которым производятся спуск и подъем людей и грузов, – 8 м/с;
- е) в стволах, служащих только для подъема и спуска грузов, – 12 м/с;
- ж) в стволах, оборудованных подъемными установками, предназначенными для подъема людей в аварийных случаях и осмотра стволов, а также в вентиляционных каналах – 15 м/с;
- з) в вентиляционных скважинах и восстающих, не имеющих лестничных отделений, скорость воздушной струи не ограничивается.

По разрешению Госгортехнадзора России допускается увеличение скорости движения воздуха в стволах при обеспечении мер по безопасному их обслуживанию и передвижению людей.

Температура воздуха в подготовительных, очистных и других действующих выработках не должна превышать 26 град. С. При температуре выше 26 град. С должны приниматься специальные меры по ее снижению.

Все шахты должны иметь искусственную вентиляцию. Проветривание подземных горных выработок только за счет естественной тяги не допускается.

Вентиляция шахты должна быть организована так, чтобы пласты, горизонты, панели, блоки и камеры проветривались обособленно за счет общешахтной депрессии или вентиляторными установками, допущенными для этих целей. Иной порядок организации проветривания рабочих зон может быть установлен по согласованию с Госгортехнадзором России или его территориальными органами.

При нарушении установленных режимов проветривания выработок или превышении содержания в них ядовитых газов выше предельно допустимых концентраций (ПДК) люди должны быть немедленно выведены на свежую струю. Доступ людей в непроветриваемые выработки должен быть закрыт.

Объединение шахт с независимым проветриванием в одну вентиляционную систему допускается только по специальному проекту, согласованному в установленном порядке.

Все камеры служебного назначения должны проветриваться обособленной струей свежего воздуха с выбросом отработанного воздуха непосредственно на исходящую струю шахты или участка.

Запрещается подача свежей и выдача исходящей струи по одному и тому же стволу или штольне, за исключением случаев проходки этих выработок, когда порядок проветривания определяется проектом.

Должны быть приняты все возможные меры для предупреждения сосредоточенных и распределенных утечек воздуха на всем протяжении его движения.

Запрещается подача свежего воздуха к рабочим зонам и удаление исходящих струй через завалы и обрушения, кроме случаев ликвидации аварии.

Все выработки должны проветриваться активной струей воздуха, за исключением тупиков длиной до 10 м, проветриваемых за счет диффузии.

При превышении допустимой нормы содержания горючих газов в атмосфере горных выработок 0,5% (10% от НКПР) все работы должны быть немедленно прекращены, люди выведены на свежую струю, электроэнергия и двигатели внутреннего сгорания выключены и приняты меры по дегазации.

Шахты, на которых обнаружено (или по геологическим данным прогнозируется) выделение горючих или ядовитых газов, должны иметь заключение специализированного института о составе, масштабе, местах и характере выделения газов и паров.

На основании этих данных разрабатывается комплекс мероприятий, совокупность которых называется "газовым режимом".

"Газовый режим" в зависимости от конкретных условий может быть распространен на отдельные рабочие зоны (участки, блоки, панели, пласты, горизонты) или на шахту в целом.

"Газовый режим" должен устанавливаться:

при наличии соответствующих геологических данных – проектом разработки месторождения, перед началом строительства;

при обнаружении горючих и ядовитых газов в процессе ведения горных работ – немедленно;

при издании совместного документа территориальным органом Госгортехнадзора и организацией, ведущей строительство и эксплуатацию подземного объекта. Для действующих шахт такой документ должен пересматриваться (корректироваться) ежегодно до рассмотрения планов горных работ.

Для обеспечения безопасности ведения горных работ в условиях "газового режима" для каждого месторождения (шахты) специализированными организациями (институтами) должны разрабатываться и утверждаться Госгортехнадзором России или по его поручению территориальными органами специальные мероприятия по ведению горных работ в условиях "газового режима".

В специальных мероприятиях по ведению горных работ в условиях "газового режима" должны содержаться:

порядок отнесения отдельных рабочих зон или шахты в целом к числу опасных по газу;

особые меры безопасности при ведении проходческих и очистных работ, бурении геолого-разведочных скважин;

дополнительные правила безопасности и поведения должностных лиц и рабочих в зонах действия "газового режима"; особые меры, которые должны быть приняты по усилению проветривания и предупреждению загазирования и разгазирования выработок;

конкретный порядок контроля за состоянием рудничной атмосферы;

дополнительные меры безопасности при эксплуатации электрооборудования и машин с двигателями внутреннего сгорания;

требования безопасности при ведении буровзрывных работ;

порядок ведения сварочных, газопламенных и других работ;

комплекс мер по прогнозированию, предупреждению и локализации последствий газодинамических явлений (ГДЯ);

дополнительные требования к составлению и реализации плана ликвидации аварий при ведении газового режима.

Вентиляционные устройства (двери, перемычки, шлюзы, кроссинги, регуляторы и др.) должны обеспечивать максимальную герметичность при любых режимах проветривания. Их конструкция должна исключать возможность разгерметизации и короткого замыкания вентиляционных струй. В выработках, соединяющих воздухоподающие и вентиляционные стволы, должны устанавливаться каменные, бетонные или другие перемычки, вы-

полненные из негорючих материалов. Запрещается применять горючие материалы при сооружении кроссингов.

Регулирование воздушных струй по общешахтным выработкам производится только по указанию начальника пылевентиляционной службы (ПВС), а по внутриблоковым выработкам – по указанию начальника участка при согласовании с ПВС.

Подземные выработки должны проветриваться только непрерывно действующими вентиляторами главного проветривания и вспомогательными вентиляторами главного проветривания, установленными на поверхности или по проекту, согласованному с Госгортехнадзором России, под землей.

Вентиляторная установка для проветривания при проходке ствола должна быть установлена на поверхности на расстоянии не менее 15 м от ствола. Порядок проветривания определяется проектом организации работ.

Способ проветривания шахт может быть нагнетательным, всасывающим или нагнетательно-всасывающим.

Главные вентиляторные установки должны состоять из двух самостоятельных вентиляторных агрегатов, причем один из них резервный. Вентиляторы для новых и реконструируемых установок должны быть одного типа и размера.

При остановке главных или вспомогательных вентиляторных установок продолжительностью более 30 мин. люди должны быть выведены из всех горных выработок, включенных в схему проветривания этими вентиляторными установками, в выработки со свежей струей. Возобновление работ может быть разрешено только после проветривания и обследования состояния рудничной атмосферы в очистных и тупиковых выработках лицами технического надзора. При остановке главной вентиляторной установки продолжительностью более 2 час. люди со всех рабочих мест должны быть выведены из шахты на поверхность. Работы в шахте могут быть возобновлены только по разрешению главного инженера или лица, его замещающего.

Главные вентиляторные установки должны обеспечивать реверсирование вентиляционной струи, поступающей в выработки.

Вспомогательные вентиляторные установки должны обеспечивать реверсирование вентиляционной струи только в том случае, когда это предусмотрено планом ликвидации аварий.

Перевод вентиляторных установок на реверсивный режим работы должен выполняться не более чем за 10 мин.

Расход воздуха, проходящего по главным выработкам в реверсивном режиме проветривания, должен составлять не менее 60% от расхода воздуха, проходящего по ним в нормальном режиме.

Осмотр реверсивных устройств на исправность их действия без опрокидывания струи по выработкам должен производиться главным механиком, энергетиком и начальником ПВС один раз в месяц.

Проверка действия реверсивных устройств и реверсии вентиляторов должна производиться не реже одного раза в шесть месяцев в соответствии с требованиями, утвержденными Госгортехнадзором России.

Главные и вспомогательные вентиляторные установки главного проветривания должны осматриваться ежедневно работниками, назначенными главным механиком шахты; еженедельно главным механиком и начальником ПВС шахты.

Требования к выполнению этих работ, а также работ по обслуживанию главных и вспомогательных вентиляторных установок машинистами и условия допустимой работы вентиляторов без машиниста (в автоматическом режиме) устанавливаются специальным регламентом, согласованным с Госгортехнадзором России.

Остановку вентиляторов главного проветривания на ремонт или изменение режимов их работы можно производить лишь по письменному распоряжению главного инженера шахты.

О внезапных остановках вентиляторов, вызванных их неисправностью или прекращением подачи энергии, должно быть немедленно сообщено диспетчеру, главному инженеру, главному (старшему) механику и энергетiku, начальнику пылевентиляционной службы и дежурному по шахте. Продолжительность и время остановки должны фиксироваться в "Журнале учета работы вентилятора".

В случае остановки действующего вентилятора и невозможности пуска резервного должны быть открыты двери шлюзового здания над стволом или устройства, перекрывающие устье ствола.

Главные вентиляторные установки всех шахт должны иметь две независимые электросиловые линии от электроподстанции или электростанции, одна из которых является резервной.

При применении в качестве резервных генерирующих мощностей (модулей) шахта должна быть обеспечена необходимым запасом горючесмазочных материалов и подготовленным персоналом для запуска и обслуживания резервных электрических генераторов.

Данное требование распространяется также и на условия эксплуатации установок главного водоотлива шахт в целях предотвращения затопления горных выработок.

Забои действующих тупиковых выработок должны непрерывно проветриваться нагнетательным, всасывающим, комбинированными способами или другими способами, допущенными к применению Ростехнадзором России.

Установка вентиляторов местного проветривания (ВМП) в тупиковых выработках при любом угле наклона выработки должна производиться по проекту, утвержденному главным инженером шахты. При этом производительность ВМП не должна превышать 70% количества воздуха, подаваемого к его всасу за счет общешахтной депрессии; ВМП должен устанавливаться на свежей струе воздуха на расстоянии не менее 10 м от выхода исходящей струи, а расстояние от конца нагнетательного трубопровода до забоя или до пульта управления комбайном (при проходке выработок комбайнами) не должно превышать 10 м.

При проходке восстающих выработок запрещается отставание вентиляционного трубопровода от забоя свыше 6 м.

При проходке восстающих с использованием механизированных комплексов и проветривании забоя воздушно-водяной смесью должно быть обеспечено удаление исходящей струи из забоя с помощью отсасывающего вентилятора местного проветривания.

Каждый восстающий должен быть обеспечен устройством для дистанционного отбора проб.

Результаты отбора проб воздуха в проходческих и очистных забоях ежемесячно фиксируются в журнале и заверяются подписью лица технического надзора.

По согласованию с территориальными органами Госгортехнадзора допускается установка ВМП в тупиковой части выработки или рассредоточение вентиляторов по ее длине.

На каждой шахте должны быть в наличии вентиляционные планы, разработанные в установленном порядке.

Ежемесячно должны производиться:

замеры количества воздуха, поступающего по горизонтам, крыльям, залежам, блокам, участкам, панелям и т.д. с сопоставлением замерных и расчетных величин, кроме того, замеры должны производиться при каждом значительном изменении режимов проветривания;

отбор проб на определение качественного состава воздуха во всех рабочих зонах, связанных с нарушением сплошности массива; во всех остальных местах отбор проб производится не реже одного раза в квартал.

Контроль загазирования забоя после взрывных работ и проветривания должен проводиться перед допуском людей в забой экспресс-методами.

Места замера количества воздуха должны быть оборудованы замерными станциями стандартной конструкции длиной не менее 4 м. Все замерные станции должны иметь специальные доски, на которых записывается: дата замера, площадь поперечного сечения замерной станции, расчетное и фактическое количество воздуха и скорость его движения.

Шахты должны быть оснащены всей необходимой аппаратурой для измерения скорости, давления и температуры воздуха и экспресс-анализа его качественного состава по всем нормируемым газообразным и пылевидным компонентам, прошедшей проверку и тарировку в установленные сроки в специальных лабораториях.

На всех шахтах не реже одного раза в три года должна производиться воздушно-депресссионная съемка. На трудно проветриваемых шахтах с эквивалентным отверстием менее 1 м<sup>2</sup> воздушно-депресссионные съемки должны производиться не реже одного раза в год.

По результатам воздушно-депресссионных съемок главным инженером организации (предприятия) должны быть утверждены мероприятия и сроки по устранению выявленных недостатков.

На каждой шахте (руднике) должна быть организована пылевентиляционная служба. Запрещается назначать начальником пылевентиляционной службы лиц, не имеющих высшего или среднего горнотехнического образования.

В отдельных случаях к работе в качестве горных мастеров по вентиляции, по разрешению начальника шахты, могут допускаться лица, имеющие право ответственного ведения горных работ при условии наличия не менее чем трехлетнего стажа работы на шахте и сдачи экзаменов по программе для горных мастеров ПВС.

Газомерщиками должны назначаться рабочие, имеющие стаж работы в подземных условиях не менее одного года, прошедшие обучение и проверку знаний по данной профессии.



---

---

## Глава 9 БЕЗОПАСНОСТЬ ВЕДЕНИЯ ВЗРЫВНЫХ РАБОТ

---

### 9.1. Опасности, связанные с работой со взрывчатыми материалами

Анализ травматизма со смертельным исходом при взрывных работах на горных предприятиях – главных потребителей взрывчатых веществ – показывает, что основными травмирующими факторами при несчастных случаях, связанных с использованием взрывчатых материалов, продолжают оставаться поражение людей осколками и обломками взорванной горной массы и разрушаемых материалов (70-80% от числа погибших), непосредственное воздействие на человека ударной воздушной волны при взрыве заряда (10-20% от числа смертельно травмированных), обрушение породы, крепи и ожоги при вспышках и взрывах метановоздушной смеси (5-10%), отравление ядовитыми газообразными продуктами взрыва (5-10%).

Перечень основных организационно-технических причин травматизма со смертельным исходом при взрывных и других работах с ВМ на горнодобывающих предприятиях за последние пять и число погибших (%) по конкретной причине:

Преждевременные взрывы зарядов взрывчатых веществ:	
всего	25-45
в том числе:	
-самовольное изменение способа взрывания, монтажа взрывной сети, ликвидация отказов	10-20
-механическое воздействие на отказавшие заряды	5-15
-неосторожное обращение со средствами инициирования	1-10
-нарушение регламентов заряжения скважин, в частности, механизированным способом	0-10
Несоблюдение требований пылегазового режима при взрывных работах в угольных шахтах, в том числе вследствие выполнение взрывов лицами, не имеющих на это права, с нарушением регламентированных условий применения ВМ	10-40
Нарушение установленного порядка охраны границ опасных зон и допуска людей в забой после взрывных работ	15-35

При производстве взрывных работ основными опасностями являются следующие:

1. Основными причинами преждевременных взрывов и смертельного травматизма при взрывных работах являются недостатки в организации этих работ на предприятиях и объектах, в том числе крайне низкая квалификация и недостаточная численность взрывперсонала, отсутствие надлежащего контроля за работой взрывников, халатное отношение к своим служебным обязанностям технического надзора.

2. Вспышки и взрывы метановоздушной смеси (10-40% от числа погибших) при взрывных работах в угольных шахтах также являются следствием несоблюдения установленных требований их выполнения. Основные нарушения, приводящие к вспышкам и взрывам метановоздушной среды:

- ведение взрывных работ в загазованных метаном выработках при отсутствии гидрозабойки и распылительных завес;
- использование в этих условиях наружных зарядов;
- применение взрывчатых веществ более низкого класса предохранительности, чем требуется для конкретных условий;
- использование в качестве источника тока аккумуляторов головного светильника, магнитных пускателей и др.

Все это неоднократно приводило к авариям с тяжелыми последствиями, в том числе при выполнении взрывных работ по ликвидации застреваний в углепускных выработках.

3. Травмирование людей при нахождении в момент взрыва в пределах опасных зон систематически имеет место на предприятиях, ведущих взрывные работы. При этом пострадавшими оказываются как посторонние лица, так и непосредственно персонал взрывных работ, нарушающий правила безопасности (не подаются звуковые сигналы, посторонние лица не выводятся за пределы опасной зоны, посты охраны в намеченных местах не выставляются), в том числе по причине недостаточной компетентности.

Указанные нарушения особенно характерны для вторичного взрывания в подземных горных выработках.

4. Отравления ядовитыми продуктами взрыва трудящихся является прямым следствием грубых нарушений на отдельных предприятиях установленных требований по проветриванию забоев, порядку осмотра мест производства взрывных работ, замерам состава рудничного воздуха после взрывов, своевременному выставлению и снятию постов охраны границ опасной зоны.

5. Разрушение силой взрыва крепи, оборудования, вентиляционных труб и т.д.

6. Попадание невзорвавшихся ВМ в горную массу, уголь.

7. Нарушение целостности горного массива за контуром выработки, в результате чего снижается устойчивость пород и крепи. Это может привести к обрушениям и травмированию людей.

Почти две трети трудящихся травмируются при производстве взрывных работ в подземных горных выработках.

Травматизм со смертельным исходом (%) при обращении со взрывчатыми материалами по местам происшествий несчастных случаев распределяется следующим образом.

Подземные выработки (угольные шахты, рудники):	
всего	45-75
в том числе:	
Капитальные и подготовительные	30-50
очистные	15-25

Распределение травматизма со смертельным исходом при производстве взрывных работ по профессиям (%):

Исполнители взрывных работ, в том числе совмещающие профессию взрывника с основной профессией (проходчики-взрывники, горнорабочие очистного забоя-взрывники	15-30
Горнорабочие очистного забоя, проходчики, бурильщики	25-50
Руководители взрывных работ, лица технического надзора	5-20
Машинисты электромеханических машин, водители автотранспорта, электросварщики	5-15
Прочие	0-5

## 9.2. Безопасность ведения взрывных работ на шахтах

### Основные требования

В целях обеспечения безопасности взрывных работ и с ВМ все должностные лица и исполнители предприятий, организаций и учреждений, связанные с изготовлением (в случае изготовления взрывчатых веществ на предприятиях ведущих взрывные работы), перевозкой, хранением, использованием и учетом взрывчатых материалов, а также работники организаций-учредителей (компаний, ассоциаций, концернов и т.п.) таких предприятий обязаны соблюдать требования Единых правил безопасности при ведении взрывных работ и других руководящих документов по взрывному делу. Это требование распространяется как на соответствующий персонал действующей

щих, реконструируемых и строящихся предприятий (объектов), так и на работников проектных, конструкторских, научно-исследовательских и учебных организаций, связанных с выполнением взрывных работ или работ со взрывчатыми материалами.

Предприятия и организации, ведущие взрывные работы или работы с ВМ, а также осуществляющие изготовление промышленных взрывчатых веществ, во всех случаях должны иметь:

- необходимую проектно-техническую документацию;
- склады и иные специальные места для хранения взрывчатых материалов;
- оборудованные транспортные пункты для приема, погрузки – разгрузки взрывчатых материалов, поступающих с заводов-изготовителей;
- лаборатории и полигоны для испытаний промышленных взрывчатых материалов (уничтожение ВМ, непригодных для использования);
- оборудованные транспортные средства для перевозки взрывчатых материалов в склады ВМ и на места работ;
- взрывные и контрольно-измерительные приборы, технологическую оснастку и приспособления для безопасного производства взрывных работ (работ с ВМ);
- специальные службы взрывных работ, включающие руководителей и исполнителей взрывных работ (работ с ВМ), а также персонал для технического обеспечения и контроля этих работ.

Каждое предприятие, подразделения которого ведут взрывные работы или работы с ВМ, обязано разработать и утвердить по согласованию с органами Ростехнадзора Положение о руководстве взрывными работами, которое устанавливает систему взаимоотношений руководителей и исполнителей взрывных работ, а также определяет обязанности и ответственность должностных лиц за обеспечение порядка их выполнения, начиная от первого руководителя до младшего лица технического надзора. Кроме того, указанные предприятия должны систематически разрабатывать мероприятия по совершенствованию взрывного дела, в которых, в частности, должны указываться конкретные организационные, технические и экономические вопросы, подлежащие решению, в том числе направленные на предупреждение травм и аварий при взрывных работах и обеспечение сохранности ВМ.

Основные требования безопасности взрывных работ и других работ с ВМ:

- необходимое техническое обеспечение и контроль работ;
- соблюдение предусмотренных мер предосторожности при любых операциях со взрывчатыми веществами и средствами инициирования;

- правильное определение безопасных расстояний (радиусов опасных зон) при изготовлении, перевозках, хранении, испытаниях (уничтожении) и использовании взрывчатых материалов;
- своевременный вывод за пределы опасной зоны всех посторонних лиц;
- выполнение взрывных работ и других работ с ВМ строго в соответствии с требованиями нормативной и проектной документации;
- соблюдение установленного порядка хранения и транспортирования взрывчатых веществ и средств инициирования;
- надлежащее техническое обслуживание и эксплуатация машин, механизмов, оборудования, приборов и аппаратуры для взрывных работ и других работ с ВМ;
- качественная подготовка, своевременная переподготовка и аттестация взрывперсонала;
- выполнение предусмотренной технологии изготовления простейших гранулированных и водосодержащих взрывчатых веществ вблизи мест их потребления;
- применение комплексной механизации при различных операциях с ВМ.

По условиям применения промышленные средства инициирования (СИ) и ВВ делятся на предохранительные и не предохранительные.

Запрещается применять ВВ, увлажненные свыше норм, установленных стандартами (техническими условиями) и указанных в инструкциях (руководствах) по применению. Кроме того, взрывчатые вещества должны быть рассыпчатыми. Критерием соответствия ВВ установленным требованиям по этому показателю, например, для порошкообразных взрывчатых веществ является способность разминаться от усилия руки.

### **Требования к персоналу взрывных работ**

К персоналу для ведения взрывных работ на предприятиях и в организациях, выполняющих такие работы, относят руководителей и исполнителей взрывных работ, персонал складов ВМ, работников пунктов механизированной подготовки ВМ к использованию и изготовлению гранулированных и водосодержащих ВВ, проектировщиков взрывных работ и рабочих, связанных с погрузочно-разгрузочными операциями с ВМ.

Персонал взрывных работ должен отвечать установленным требованиям. Такие требования, в связи с особым характером работ, довольно высоки и регламентируются Едиными правилами безопасности при взрывных работах, Правилами устройства и безопасной эксплуатации стационарных пунктов изготовления гранулированных и водосодержащих взрывчатых ве-

ществ и пунктов подготовки взрывчатых веществ заводского приготовления на предприятиях, ведущих взрывные работы, инструкциями по изготовлению и применению соответствующих ВМ, программами подготовки руководителей и рабочих.

Руководство взрывными работами возлагается на специально выделенное приказом лицо или на технического руководителя предприятия, а при подрядном способе ведения взрывных работ – на руководителя взрывных работ подрядной организации или назначенное им лицо.

К руководству взрывными работами допускаются лица, имеющие законченное техническое образование, окончившие специальные учебные заведения или курсы, дающие право технического руководства (ответственного ведения) горными и взрывными работами.

К производству взрывных работ допускаются лица, сдавшие экзамены квалификационной комиссии и получившие "Единую книжку взрывника".

К сдаче экзаменов квалификационной комиссии по специальной программе по подготовке взрывников на получение права производства взрывных работ допускаются лица не моложе 20 лет, имеющие образование не ниже восьми классов и стаж не менее одного года на проходке выработок или в очистных забоях.

Лица, сдавшие экзамены квалификационной комиссии и получившие "Единую книжку взрывника", допускаются к самостоятельной работе после стажировки в течение месяца под руководством опытного взрывника.

Лица, имеющие право руководства взрывными работами, могут быть допущены к производству взрывных работ только после сдачи соответствующих экзаменов, получения "Единой книжки взрывника" и двухнедельной стажировки.

Для получения квалификации "мастера-взрывника" для ведения взрывных работ в условиях шахт, опасных по взрыву газов и пыли, допускаются лица не моложе 22 лет, имеющие среднее образование не ниже восьми классов, стаж подземных горных работ не менее двух лет. Они проходят обучение по специальной программе, согласованной с Ростехнадзором, на базе горных вузов, техникумов или на курсах. После успешной сдачи экзаменов квалификационной комиссии они получают "Единую книжку мастера-взрывника".

Разрешается присваивать горным техникам квалификацию "мастер-взрывник" без дополнительного обучения в случае, если они проработали не менее одного года на подземных горных работах и сдали комиссии квалификационный экзамен.

Повторная проверка знаний мастера-взрывника должна производиться комиссиями, создаваемыми на предприятиях под представителями Ростех-

надзора не реже одного раза в 2 года. Такая проверка может производиться также при выявлении нарушения взрывником требований Единых правил безопасности.

При нарушении правил безопасности взрывник отстраняется от производства взрывных работ до проверки знаний комиссией.

Лица, не сдавшие экзаменов, лишаются квалификации взрывника и могут быть снова допущены к сдаче экзаменов квалификационной комиссии не ранее чем через 3 месяца.

При переводе взрывников с одного вида взрывных работ на другой они должны пройти специальную переподготовку по новому виду работ и сдать дополнительные экзамены квалификационной комиссии, которая должна сделать отметку о сданном экзамене в "Единой книжке взрывника".

Взрывники, принимаемые для производства взрывных работ после перерыва в работе по своей квалификации свыше одного года, могут быть допущены к самостоятельному производству взрывных работ только после сдачи экзамена квалификационной комиссии и практической стажировки в течение 10 дней.

Все лица, занятые на взрывных работах, должны быть под расписку проинструктированы руководителем взрывных работ о свойствах и особенностях применяемых ВМ и аппаратуры, мерах предосторожности при обращении с ними. Такой же инструктаж должен производиться при применении на предприятиях новых видов ВМ.

Всем рабочим, привлекаемым к подготовке и проведению взрывных работ, должны быть выданы под расписку инструкции по безопасным методам выполнения этих работ.

При производстве взрывных работ двумя и более взрывниками в пределах опасной зоны должен быть назначен старший взрывник (бригадир), которым может быть лицо, имеющее стаж работы взрывника не менее одного года.

Назначение старшего взрывника оформляется записью в наряде-путевке. В тех случаях, когда руководство взрыванием непосредственно осуществляется лицом технического надзора, назначение старшего взрывника необязательно.

Заведующими складами ВМ разрешается назначать лиц, имеющих право руководства взрывными работами, а также лиц, окончивших вузы или техникумы по специальности "технологии ВВ".

Заведующими складами ВМ также могут назначаться лица, имеющие право производства взрывных работ, прошедшие дополнительную подготовку по специальной программе и имеющие удостоверение.

## **Организация безопасного ведения взрывных работ на горных предприятиях**

Взрывные работы должны выполняться взрывниками под руководством лица технического надзора по письменным нарядам с ознакомлением под роспись и соответствующим наряд-путевкам и проводиться только в местах, отвечающих требованиям правил и инструкций по безопасности работ.

Взрывание зарядов взрывчатых веществ должно проводиться по оформленной в установленном порядке технической документации (проектам – взрывание скважинных, камерных, котловых зарядов, взрывные работы на строительных объектах и другие специальные взрывные работы; паспортам – другие взрывные работы, за исключением особо оговоренных Едиными правилами безопасности при взрывных работах случаев). С такими документами персонал, осуществляющий буровзрывные работы, должен быть ознакомлен под роспись.

Каждая организация, ведущая взрывные работы с применением массовых взрывов, должна иметь типовой проект производства буровзрывных работ, являющийся базовым документом для разработки паспортов и проектов, в том числе и проектов массовых взрывов, выполняемых в конкретных условиях.

Массовым взрывом следует считать: на подземных работах – взрыв, при осуществлении которого требуется время для проветривания и возобновления работ в руднике (шахте, участке), большее, чем это предусмотрено в расчете при повседневной организации работ; на открытых работах – взрыв смонтированных в общую взрывную сеть двух и более скважинных, котловых или камерных зарядов, независимо от протяженности заряжаемой выработки, а также единичных зарядов в выработках протяженностью более 10 м.

Типовой проект (ППР) должен утверждаться техническим руководителем и вводиться в действие приказом руководителя организации. При выполнении взрывных работ подрядным способом типовой проект (проект буровзрывных работ) утверждается техническими руководителями организации-подрядчика и организации-заказчика.

Проекты буровзрывных (взрывных) работ в числе прочих вопросов должны содержать решения по безопасной организации работ с указанием основных параметров буровзрывных работ; способам инициирования зарядов; расчетам взрывных сетей; конструкциям зарядов и боевиков; предполагаемому расходу взрывчатых материалов; определению опасной зоны и охране этой зоны с учетом объектов, находящихся в ее пределах (здания, сооружения, коммуникации и т.п.); проветриванию района взрывных работ

и другим мерам безопасности, дополняющим в конкретных условиях требования Единых правил безопасности при взрывных работах.

Паспорта должны утверждаться одним из руководителей той организации (шахты, рудника), которая ведет взрывные работы. Паспорта составляются на основании и с учетом результатов не менее трех опытных взрываний. Паспорт должен включать:

а) схему расположения шпуров или наружных зарядов; наименования взрывчатых материалов; данные о способе заряжания, числе шпуров, их глубине и диаметре, массе и конструкции зарядов и боевиков, последовательности и количестве приемов взрывания зарядов, материале забойки и ее длине, длинах зажигательных и контрольных трубок (контрольного отрезка огнепроводного шнура); схему монтажа взрывной (электровзрывной) сети с указанием длины (сопротивления), замедлений, схемы и времени проветривания забоев;

б) величину радиуса опасной зоны;

в) указания о местах укрытия взрывника (мастера-взрывника) и рабочих на время производства взрывных работ, которые должны располагаться за пределами опасной зоны;

г) указания о расстановке постов охраны или оцепления, расположении предохранительных устройств, предупредительных и запрещающих знаков, ограждающих доступ в опасную зону и к месту взрыва.

Кроме того, для шахт, опасных по газу или пыли, в паспорте должны быть указаны количество и схема расположения специальных средств по предотвращению взрывов газа (пыли), а также режим взрывных работ.

Перед началом заряжания на границах запретной (опасной) зоны должны быть выставлены посты, обеспечивающие ее охрану, а люди, не занятые заряжением, выведены в безопасные места лицом технического надзора или по его поручению взрывником. Постовым запрещается поручать работу, не связанную с выполнением прямых обязанностей.

В опасную зону разрешается проход лиц технического надзора организации и работников контролирующих органов при наличии связи с руководителем взрывных работ (взрывником) и только через пост, к которому выходит взрывник.

На подземных работах на время заряжания допускается замена постов аншлагами с надписями, запрещающими вход в опасную зону.

В подземных выработках с исходящей вентиляционной струей воздуха, по которым направляются продукты взрыва, посты не выставляются. Эти выработки должны быть ограждены аншлагами с надписями, запрещающими вход в опасную зону.

После окончания взрывных работ и полного проветривания выработок указанные ограждения и знаки с надписями снимаются.

При подготовке массовых взрывов на открытых и подземных горных работах в случае применения взрывчатых веществ группы D (кроме дымного пороха) на период заряжания вместо опасных зон могут устанавливаться запретные зоны, в пределах которых запрещается находиться людям, не связанным с заряданием. Размеры запретной зоны должны определяться проектом.

В подземных выработках запретная зона определяется расчетом по действию ударной воздушной волны от возможного взрыва наибольшего количества взрывчатых веществ в зарядной машине и крайней заряжаемой скважине. С учетом условий и организации работ она должна составлять не менее 50 м. Запретная зона распространяется на все выработки, сообщающиеся с местом размещения зарядной машины или заряжаемой скважиной. На границах этой зоны с начала заряжания следует выставлять посты охраны; в выработках, ведущих к заряжаемым скважинам, вместо постов можно устанавливать аншлаги с запрещающими надписями.

За границей запретных зон в подземных горных работах в пределах опасной зоны допускается нахождение только максимально ограниченного распорядком массового взрыва числа людей.

Опасная зона, определенная расчетом в проекте, вводится при взрывании с применением электродетонаторов с начала укладки боевиков; при взрывании детонирующих шнуров – до начала установки в сеть пиротехнических реле (замедлителей), а при использовании неэлектрических систем инициирования с низкоэнергетическими волноводами – с момента подсоединения взрывной сети участков к магистральной.

При производстве взрывных работ обязательна подача звуковых, а в темное время суток, кроме того, и световых сигналов для оповещения людей. Запрещается подача сигналов голосом, а также с применением взрывчатых материалов. Значение и порядок сигналов:

а) первый сигнал – предупредительный (один продолжительный). Сигнал подается при вводе опасной зоны;

б) второй сигнал – боевой (два продолжительных). По этому сигналу проводится взрыв;

в) третий сигнал – отбой (три коротких). Он означает окончание взрывных работ.

Сигналы должны подаваться взрывником (старшим взрывником), выполняющим взрывные работы, а при массовых взрывах – специально назначенным работником организации.

Способы подачи и назначение сигналов, время производства взрывных работ должны быть доведены до сведения трудящихся организации, а при взрывных работах на земной поверхности – до жителей населенных пунктов, примыкающих к опасной зоне.

Допуск людей к месту взрыва после его проведения может разрешаться лицом технического надзора, осуществляющим непосредственное руководство взрывными работами в данной смене, только после того, как им или по его поручению бригадиром (звеньевым) будет установлено совместно со взрывником, что работа в месте взрыва безопасна.

Число зарядов, взрываемых взрывником в течение времени, отведенного ему для взрывания, должно быть таким, чтобы при этом соблюдались требования настоящих Правил, паспортов взрывных работ (проектов).

Число взрываемых зарядов должно устанавливаться хронометражными наблюдениями и утверждаться во всех случаях, в том числе и для аналогичных условий, руководителем организации (шахты, рудника, карьера и т.п.).

Число подготовленных к взрыванию зарядов должно быть таким, какое будет взорвано за один прием.

Поверхность у устья подлежащих заряданию нисходящих шпуров, скважин и других выработок должна быть очищена от обломков породы, буровой мелочи, посторонних предметов и т.п. на расстоянии, исключающем падение кусков (предметов).

Перед заряданием шпур и скважины должны быть очищены от буровой мелочи.

Патрон-боевик должен быть расположен первым от устья шпура. При этом электродетонатор (капслюль-детонатор) необходимо помещать в ближайшей к устью шпура торцевой части патрона-боевика так, чтобы дно гильзы электродетонатора (капсюля-детонатора) было направлено ко дну шпура.

При зарядании без применения средств механизации допускается расположение патрона-боевика с электродетонатором (капсюлем-детонатором) первым от дна шпура. В этом случае дно гильзы электродетонатора (капсюля-детонатора) должно быть направлено к устью шпура. В угольных и сланцевых шахтах такое расположение в шпуре патрона-боевика с электродетонатором допускается только при отсутствии газовыделения и взрывчатой пыли, а также при наличии электродетонаторов с длиной проводов, превышающей глубину шпуров не менее 0,6 м.

Возможность обратного инициирования при огневом (электроогневом) взрывании устанавливается руководителем организации по согласованию с органом Ростехнадзора.

Запрещается пробивать застрявший боевик. Если извлечь застрявший боевик не представляется возможным, зарядание шпура (скважины) необходимо прекратить; боевик взорвать вместе с другими зарядами.

Запрещается выдергивать или тянуть огнепроводный или детонирующий шнур, а также провода электродетонаторов, введенные в боевики.

Переломы выходящих из зарядов концов огнепроводного или детонирующего шнура не допускаются.

На шахтах (рудниках), опасных по газу или пыли, взрывание зарядов без забойки запрещается.

Допустимость взрывания зарядов без забойки в шахтах (рудниках), не опасных по газу или пыли, устанавливается руководителем организации с учетом опасности экологических последствий и указывается в технической документации (проектах, паспортах).

Запрещается проводить взрывные работы (работы с взрывчатыми материалами) при недостаточном освещении рабочего места.

Несоблюдение установленной технологии заряжания, низкое качество монтажа взрывной сети также могут приводить к отказам заряда во всех случаях, когда заряды не могут быть взорваны по причинам технического характера (неустранимые в течение смены нарушения взрывной сети и т.д.), они рассматриваются как отказы.

Каждый отказ должен быть записан в Журнал регистрации отказов при взрывных работах.

Не реже одного раза в полугодие в каждой организации необходимо проводить анализ причин отказавших зарядов с принятием соответствующих мер по их предупреждению.

Любой отказ является потенциальной причиной несчастного случая при случайном или намеренном механическом воздействии на него, в том числе буровым инструментом. Не меньшую опасность представляет собой и неквалифицированная ликвидация отказавших зарядов.

Порядок ликвидации отказов определяет лицо технического надзора в зависимости от методов взрывных работ, способа инициирования и конкретной сложившейся ситуации. Работы, связанные с ликвидацией отказов, должны проводиться под руководством лица технического надзора в соответствии с инструкцией, утвержденной руководителем организации по согласованию с территориальными органами госгортехнадзора.

### **9.3. Дополнительные требования при ведении взрывных работ в подземных выработках**

Перед началом заряжания шпуров при ведении взрывных работ в подземных выработках необходимо обеспечить проветривание забоя, убрать ранее взорванную в забое горную массу, вывести людей, не связанных с выполнением взрывных работ, за пределы опасной зоны, в места, определенные паспортом буровзрывных работ, при этом должны быть обеспечены безопасные условия работы взрывника.

Производство взрывных работ при проведении выработок встречными забоями и сбойке выработок разрешается с соблюдением следующих условий:

а) с момента сближения забоев на расстоянии 15 м перед началом заряжания шпуров в одном из встречных забоев все, не связанные с выполнением взрывных работ люди, должны быть удалены из этих забоев в безопасное место и у входа в противоположный забой выставлен пост.

Взрывание шпуровых зарядов в каждом забое необходимо вести в разное время с обязательным определением размера целика между встречными забоями. На каждое отдельное взрывание зарядов в шпурах взрывнику должна быть выдана наряд-путевка, подписанная руководителем шахты (рудника) или назначенным им лицом. Работы необходимо выполнять в присутствии лица технического надзора;

б) взрывание может проводиться лишь после того, как будет получено сообщение о выводе людей из противоположного забоя и выставлении там поста;

в) пост в противоположной выработке может быть снят только с ведома взрывника;

г) когда размер целика между встречными забоями составит 7 м, работы должны проводиться только из одного забоя. При этом необходимо бурить опережающие шпуры глубиной на 1 м больше, чем глубина заряжаемых шпуров;

д) при толщине целика 3 м в шахтах и рудниках, опасных по газу или пыли, в сбиваемых выработках перед каждым взрыванием должен быть проведен замер газа и приняты меры по обеспечению устойчивого проветривания этих выработок, а также по предупреждению взрыва пыли.

Кроме проведения замеров газа рабочими и лицами технического надзора, в сбиваемых забоях угольных шахт III категории по газу и выше должны устанавливаться средства автоматического контроля метана.

В параллельно проводимых (парных) выработках угольных и сланцевых шахт при расстоянии между выработками 15 м и менее взрывание зарядов в каждом забое может проводиться только после вывода людей из других забоев в безопасное место и выставления постов охраны, предусмотренных паспортами буровзрывных работ. Разрешается не выводить людей из параллельной выработки, забой которой отстает на расстояние более 50 м от забоя, где проводится взрывание.

Запрещается ведение взрывных работ на расстоянии менее 30 м от склада взрывчатых материалов, участкового пункта, раздаточной камеры, а также нахождение людей в перечисленных местах хранения взрывчатых материалов при взрывных работах, проводящихся на расстоянии ближе 100 м от

них. Указанное расстояние определяется от места взрывания до ближайшей камеры (ячейки) с взрывчатыми материалами.

Запрещается взрывание зарядов, если на расстоянии менее 20 м от места их заложения находятся необрушенная отбитая горная масса, вагонетки или предметы, загромождающие выработку более чем на 1/3 площади ее поперечного сечения, при отсутствии свободных проходов.

Перед допуском людей в выработку (забой) после взрывных работ содержание ядовитых продуктов взрыва не должно превышать 0,008% по объему в пересчете на условный оксид углерода. Такое разжижение вредных газов должно достигаться не более чем за 30 мин. после взрывания зарядов.

Огневое и электроогневое взрывание зарядов запрещается применять в угольных и сланцевых шахтах, в рудниках, опасных по газу или пыли, а огневое – во всех подземных горных выработках, включая шахты и рудники, не опасные по газу или пыли.

Изготавливать патроны-боевики разрешается на поверхности в специально оборудованных в соответствии с проектом помещениях (зарядных будках), расположенных не ближе 50 м от ствола, зданий и сооружений. Место расположения зарядной будки на стадии проектирования согласовывается с территориальными органами госгортехнадзора.

Спуск в ствол патронов-боевиков должен проводиться в специальных сумках (ящиках) отдельно от взрывчатых веществ в сопровождении взрывника. При этом в забое могут находиться только лица, занятые при зарядании, и машинист насоса.

Электровзрывная сеть в обводненном забое ствола шахты должна монтироваться при помощи антенных проводов. Стойки для установки проводов должны быть такой высоты, чтобы вода не достигала антенны. При этом электродетонаторы должны иметь длину концевых проводов, позволяющую их подсоединение к антеннам без дополнительных соединений. Взрывник может осуществлять монтаж электровзрывной сети только после выезда из забоя всех рабочих (кроме ответственных за подачу сигналов и обслуживающие проходческого полка).

Ведение взрывных работ вблизи подземных и наземных сооружений должно осуществляться по проекту, утвержденному по согласованию с органом госгортехнадзора и с организацией, эксплуатирующей эти сооружения. Зарядание должно осуществляться взрывниками в присутствии лица технического надзора.

При разработке месторождений горючего сланца подземным способом в целях предупреждения взрывов пыли при взрывных работах должны приниматься дополнительные меры безопасности, предусмотренные руковод-

ством по безопасному применению электровзрывания и предупреждению взрывов пыли на сланцевых шахтах, утвержденные руководителем организации по согласованию с органом госгортехнадзора.

При ведении взрывных работ на угольных шахтах, опасных по газу или пыли, перед каждым заряданием шпуров, их взрыванием и при осмотре забоя после взрывания мастер-взрывник обязан проводить замер концентрации метана по всему сечению забоя, особенно в верхней его части. Запрещается выполнять взрывные работы при содержании метана 1% и более в забоях и в примыкающих выработках на протяжении 20 м от них, а также в месте укрытия мастера-взрывника. Замер концентраций метана в месте укрытия мастера-взрывника должен проводиться перед каждым подключением электровзрывной сети к взрывному прибору.

Взрывные работы допускаются только:

а) в забоях выработок, непрерывно и устойчиво проветриваемых в соответствии с требованиями правил безопасности в угольных и сланцевых шахтах и при осуществлении необходимых мер борьбы с взрывчатой угольной пылью;

б) при взрывании зарядов с применением предохранительных электродетонаторов, при этом в выработках с повышенным выделением метана в качестве источника тока должны применяться только искробезопасные взрывные приборы.

К выработкам с повышенным выделением метана следует относить:

- все выработки на выемочных участках на пластах, опасных по пыли, с относительной метанообильностью  $10 \text{ м}^3/\text{т}$  и более и абсолютной газообильностью  $3 \text{ м}^3/\text{мин}$ . и более;

- все выработки на выемочных участках на пластах, не опасных по пыли, с относительной метанообильностью  $15 \text{ м}^3/\text{т}$  и более и абсолютной –  $3 \text{ м}^3/\text{мин}$ . и более;

в) в выработках с повышенным выделением метана при отсутствии людей на пути следования продуктов взрыва.

Взрывные работы в очистных, подготовительных забоях и на отдельных участках выработок, в которых имеется газовыделение или взрывчатая пыль, допускается проводить при соблюдении определенного для каждого забоя (выработки) режима, утвержденного руководством организации по согласованию с органом Ростехнадзора. В режиме указывается наименование забоя (угольный, породный), тип применяемого взрывчатого вещества и средств взрывания, установленное время ведения взрывных работ, включая начало зарядания, время проветривания, осмотра забоя, места вывода людей и место укрытия мастера-взрывника, наличие людей на пути движения исходящей струи воздуха.

Выбор соответствующих взрывчатых материалов должен утверждаться руководителем организации (шахты, шахтоуправления, шахтостроительного управления) в зависимости от степени опасности работ в забое (выработкае), условий взрывания.

В забоях выработок, где имеется газовыделение или взрывчатая угольная пыль, разрешается применять только предохранительные электродетонаторы мгновенного и короткозамедленного действия.

Запрещается одновременная выдача мастеру-взрывнику для проведения взрывных работ взрывчатых веществ различных классов, а также предохранительных и не предохранительных электродетонаторов, в том числе короткозамедленного и замедленного действия, для разных забоев, если в одном из них применяются электродетонаторы с большим замедлением или взрывчатые вещества более низкого класса.

Места укрытия мастеров-взрывников должны находиться в выработках, проветриваемых свежей струей воздуха за счет общешахтной депрессии.

Взрывные работы на объектах горнорудной и нерудной промышленности, опасных по газу или пыли, должны проводиться в соответствии с требованиями настоящих Правил и специальных мероприятий (инструкций), согласованных Ростехнадзором России.

## **9.4. Транспортирование ВВ и ВМ**

### **Основные требования к условиям перевозки взрывчатых материалов**

Едиными правилами безопасности при взрывных работах разрешается перевозка взрывчатых материалов всеми видами транспорта при соблюдении установленных требований.

В условиях предприятий и организаций, ведущих взрывные работы, перевозки взрывчатых материалов собственными транспортными средствами осуществляются, как правило, автомобильным, реже железнодорожным, воздушным и водным транспортом. Гужевым транспортом, мототранспортом и вьюками ВМ перевозят в незначительных объемах.

Перевозку взрывчатых материалов транспортными средствами МЧС, подразделений морского и речного флотов, гражданской авиации необходимо проводить согласно правилам (инструкциям и т.д.), утвержденным этими ведомствами.

Транспортные средства, а также дороги, по которым транспортируют ВМ, необходимо содержать в полной исправности согласно требованиям соответствующих норм и правил. Упаковка ВМ при транспортировании

должна обеспечивать безопасность перевозки и исключать их просыпание или загрязнение. Для перевозки взрывчатых материалов можно использовать разрешенные для этого в установленном порядке специализированные автотранспортные средства или приспособленные (оборудованные) автомобили общего назначения.

При доставке ВМ со складов непосредственно к местам работ без заезда на дороги общего пользования по разрешению руководителя предприятия (шахты, рудника, карьера), ведущего взрывные работы, совместная перевозка ВВ, средств инициирования, прострелочных и взрывных аппаратов допускается только при соблюдении следующих требований:

- размещение средств инициирования в передней части автомобиля в специальных плотно закрывающихся ящиках с мягкими прокладками со всех сторон;
- разделение ВВ и ящиков с СИ ящиками с электрозажигательными патронами, огнепроводным шнуром или другими способами, исключающими соприкосновение упаковок с ВВ со специальными ящиками для СИ;
- размещение порохов и перфораторных зарядов в заводской упаковке или в специальных ящиках и не ближе 0,5 м от других ВМ;
- закрепление ящиков и других мест с ВМ должно исключать удары и трения их друг о друга.

Доставка к местам работ взрывников и подносчиков взрывчатых веществ вместе с выданными им ВМ допускается только в автомобилях, предназначенных для этой цели. Вместе с тем, совместное транспортирование ВМ с другими предметами и аппаратурой не должно допускаться.

Перевозку взрывчатых веществ со складов ВМ к местам работ можно осуществлять в транспортно-зарядных машинах, разрешенных для этой цели в установленном порядке.

Специальные автомобили, а также автомобили общего назначения, более двух раз в неделю используемые для этих целей, необходимо оборудовать таким образом, чтобы выпускная труба глушителя находилась с правой стороны перед радиатором.

Перед выпуском в рейс автомобиля, предназначенного для перевозки ВМ, заведующий гаражом или лицо, его заменяющее, обязан проверить транспортное средство и сделать в путевом листе запись: "Автомобиль проверен, исправен и пригоден для перевозки взрывчатых материалов".

При транспортировании ВМ загрузка специально оборудованного автомобиля допускается до полной грузоподъемности, за исключением случаев перевозки электродетонаторов (кроме высоковольтных), капсулей-детонаторов и пиротехнических реле, когда нагрузка не должна превышать двух третей грузоподъемности автомобиля.

Ящики должны укладываться плашмя, не более двух рядов по высоте плотно друг к другу, мешки – клетью или вертикально, но не выше уровня бортов и покрываться трудно воспламеняющейся, непромокаемой, хорошо натянутой тканью, перекрывающей борта кузова не менее чем на 200 мм.

Во всех случаях каждый автомобиль, перевозящий ВМ, должен быть оборудован средствами пожаротушения (не менее двух огнетушителей) и обеспечен системой информации, оповещающей об опасности при его движении и определяющей мероприятия по ликвидации дорожно-транспортных происшествий, в том числе при загорании автомобиля или ВМ.

Скорость автомобилей при перевозке ВМ на земной поверхности не должна превышать 60 км/ч. При движении колонной между входящими в нее автомобилями устанавливаются следующие дистанции:

- по горизонтальному участку дорог – не менее 50 м;
- в горной местности – не менее 300 м.

При перевозке ВМ нельзя останавливаться под линией электропередач, устраивать стоянки для отдыха в населенных пунктах. Через реки и озера транспортные средства с ВМ на пароме должны перевозиться в первую очередь. Запрещается присутствие на пароме других грузов и пассажиров.

Застигнутый грозой транспорт должен быть оставлен на открытом месте и на расстоянии не менее 200 м от леса и жилья. В таких случаях следует расставить автомобили на расстоянии не менее 50 м друг от друга. Люди, кроме необходимой охраны, на время грозы должны быть удалены на расстояние не менее 200 м. Не разрешается проезд автомобилей с ВМ на расстоянии ближе 300 м от встречающихся пожаров и ближе 50 м от факелов на нефтегазовых промыслах.

Доставка взрывчатых материалов с поверхностных складов ВМ в расходные подземные склады и транспортирование взрывчатых материалов к местам производства взрывных работ в подземных выработках отличается рядом специфических особенностей.

Перевозка ВМ в подземных условиях может выполняться всеми видами и средствами шахтного (рудничного) транспорта, специально оборудованными для этих целей и отвечающими требованиям безопасности.

Однако доставлять ВМ по стволу шахты во время спуска и подъема людей нельзя. При погрузке, разгрузке, перемещении ВМ по стволу шахты должны приниматься меры к ограничению нахождения людей в околоствольном дворе и надшахтном здании около ствола.

В этот период там могут находиться только взрывник, раздатчик склада ВМ, грузчики, рукоятчик, ствольной и лицо технического надзора, ответственное за доставку ВМ.

Спуск – подъем ВМ по стволу шахты можно проводить только после того, как диспетчер (дежурный по шахте) известит об этом лицо технического надзора, ответственное за подъем.

Ящики и мешки с ВМ должны занимать не более 2/3 высоты этажа клетки, размещать их нужно не выше дверей клетки. При спуске в вагонетках такие ящики и мешки не должны выступать за борта вагонеток, а сами вагонетки необходимо прочно закреплять.

Средства инициирования следует опускать и поднимать отдельно от ВВ.

Спуск и подъем взрывников с ВМ и подносчиков взрывчатых веществ проводится вне очереди. При выполнении таких операций по наклонным выработкам в людских вагонетках рабочие должны сидеть свободно, на каждом сиденье может находиться не более одного взрывника или подносчика.

В одной клетки разрешается одновременно спускаться или подниматься нескольким взрывникам с сумками с ВМ и подносчикам с сумками с ВВ из расчета 1 м<sup>2</sup> пола клетки на одного человека на этаже.

Погрузочно-разгрузочные работы с ВМ следует проводить только в установленных местах, а перевозку ВВ и СИ следует осуществлять со скоростью, не превышающей 5 м/с.

При перевозке ВМ в подземных выработках необходимо соблюдать следующие требования:

- водители транспортных средств и все лица, связанные с доставкой ВМ, должны быть проинструктированы о правилах их перевозки;
- ВВ и СИ должны находиться в разных вагонетках, разделенных таким числом порожних вагонеток, при котором расстояние между вагонетками с ВВ и СИ, а также между этими вагонетками и электровозом было бы не менее 3 м; в составе, перевозящем ВМ, не должно быть вагонеток, груженных другими материалами.

Электродетонаторы, капсулы-детонаторы и пиротехнические реле должны перевозиться в вагонетках и других транспортных средствах, футерованных изнутри деревом и закрытых деревянными крышками. Ящики с этими СИ следует перекладывать войлоком, мешковиной или резиной и размещать в один ряд по высоте. Сумки и кассеты с ВМ при перевозке в вагонетках должны устанавливаться в один ряд.

Прочие ВМ можно перевозить в обычных вагонетках, загружая их до бортов; при этом должны выполняться следующие требования:

- перевозку ВМ контактными электровозами необходимо осуществлять в вагонетках, закрытых сплошной крышкой (гранулированные ВВ допускается укрывать несгораемой тканью);
- на транспортные средства, в том числе составы с ВМ, спереди и сзади необходимо помещать специальные световые опознавательные знаки,

со значением которых должны быть ознакомлены все люди, находящиеся в подземных выработках;

- при движении транспортных средств с ВМ по горным выработкам водители встречного транспорта и люди, проходящие по этим выработкам, обязаны остановиться и пропустить состав (автомобиль, вагонетку) с ВМ;

- при перевозке ВМ внутришахтным железнодорожным транспортом кроме машиниста электровоза, взрывника или раздатчика, а также рабочих, связанных с перевозкой ВМ, в поезде никого не должно быть (сопровождающие лица должны находиться в людской вагонетке в конце поезда).

К условиям ручной доставки (переноски) ВМ Едиными правилами безопасности при взрывных работах предъявляются особые требования.

Взрывчатые вещества и средства инициирования разрешается переносить отдельно в сумках, кассетах, заводской упаковке и т.п. Средства инициирования и боевики могут переноситься (кроме погрузочно-разгрузочных операций с СИ в заводской упаковке) только взрывниками.

Боевики с детонаторами необходимо переносить в сумках с жесткими ячейками (кассетах, ящиках, контейнерах), покрытых внутри мягким материалом.

При совместной доставке (одним человеком, но в разных сумках) СИ и ВВ взрывник может переносить не более 12 кг взрывчатых веществ. Масса боевиков, переносимых взрывником, не должна превышать 10 кг.

При переноске в сумках ВВ без СИ норма может быть увеличена до 24 кг. При переноске ВВ в заводской упаковке их количество должно быть в пределах действующих норм переноски тяжестей.

## **9.5. Основные требования безопасности при хранении взрывчатых материалов**

Взрывчатые материалы должны храниться в предназначенных для этих целей помещениях и местах, отвечающих установленным условиям. Эти условия регламентируются Едиными правилами безопасности при взрывных работах и ведомственными инструкциями. Основным требованием к организации хранения ВМ является обеспечение их сохранности и исключение порчи взрывчатых материалов.

Взрывчатые материалы различных групп совместимости (опасности) должны, как правило, храниться отдельно. Однако при выполнении определенных условий допускается совместное хранение ВМ различных групп.

К основным местам хранения ВМ относятся специально оборудованные склады, раздаточные камеры, участковые пункты хранения, помещения (подземные выработки) с сейфами или ящиками, зарядные будки при

проходке шахтных стволов, площадки для хранения ВМ, в том числе в контейнерах.

Склад ВМ на земной поверхности представляет собой одно или несколько хранилищ с подсобными сооружениями, расположенными на общей огражденной территории с прилегающей запретной зоной. В подземных условиях в склад ВМ входит комплекс горных выработок, в том числе камер и (или) ячеек, предназначенных для размещения ВМ, а также подводящих к складу выработок и вспомогательных камер.

Склады ВМ относительно земной поверхности разделяют на поверхностные, основания хранилищ которых расположены на уровне поверхности земли; полууглубленные, у которых хранилища углублены в землю не более чем по карниз; углубленные (толща грунта над хранилищем составляет не более 15 м) и подземные, у которых толщина горных пород над хранилищами превышает 15 м. Наибольшее распространение в народном хозяйстве получили поверхностные и подземные склады ВМ.

В зависимости от времени эксплуатации склады относятся к постоянным (срок службы более 3-х лет), временным (срок службы до 3-х лет) и кратковременным (срок службы до одного года). Указанные сроки исчисляются с даты завоза взрывчатых материалов.

По назначению склады ВМ делятся на базисные и расходные.

Склады оснащают телефонной связью, рабочим и аварийным освещением, средствами противопожарной защиты, молниезащитой и круглосуточно охраняют.

Подземный расходный склад ВМ представляет собой камеры или ячейки для хранения ВВ и СИ, а также подводящие выработки и камеры вспомогательного назначения – камеры для раздачи ВМ, маркировки электродетонаторов (капсулей-детонаторов) и их проверки; изготовления зажигательных трубок; хранения приборов и устройств электровзрывания; размещения электрораспределительных устройств; хранения сумок и кассет; размещения средств механизации погрузочно-разгрузочных работ.

Общий объем подземного (углубленного) склада ВМ и вместимость отдельных камер (ячеек) следует определять проектом с таким расчетом, чтобы взрыв ВМ в одной из них не мог вызвать детонацию взрывчатых материалов в соседних. Однако вместимость каждой камеры в складах камерного типа не должна превышать 2 т ВВ, а ячейки в складах ячейкового типа – не более 0,4 т ВВ.

Крепь в выработках склада ВМ должна быть несгораемой. Проветривание склада полагается выполнять струей свежего воздуха с исключением попадания исходящей из выработок склада воздушной струи в подземные выработки со свежей струей. Количество воздуха, подаваемого в склад,

должно обеспечивать его четырехкратный часовой обмен во всех выработках склада.

Электрическая аппаратура для освещения камер и подводящих выработок складов должна быть во взрывобезопасном исполнении для шахт, опасных по газу или пыли, и в рудничном исполнении для остальных шахт. Питание осветительных установок осуществляется напряжением не выше 220 В. Осветительную сеть необходимо защищать от утечки тока.

Хранение ВМ в раздаточных камерах должно осуществляться в том же порядке, что и в складах ВМ.

При значительном удалении забоев и в целях приближения к ним мест хранения ВМ могут оборудоваться **участковые пункты хранения взрывчатых материалов.**

Участковые пункты хранения предназначены для временного хранения ВВ и СИ, необходимых для ведения взрывных работ в одной или группе очистных, подготовительных выработок, а также для дробления негабаритов и ликвидации застреваний в перепускных выработках.

Участковый пункт хранения представляет собой горную выработку или часть ее, в которой установлены специальные ящики (металлические шкафы) или контейнеры с ВМ, закрывающиеся на замки. Под участковые пункты хранения могут быть оборудованы специальные выработки (камеры, ниши, сбойки и т.п.) откаточного и вентиляционного горизонтов рудников и шахт. Хранить гранулированные ВВ можно в металлических бункерах.

В одном шкафу, но в различных его отделениях, можно хранить до 150 кг ВВ и соответствующее количество электродетонаторов или зажигательных трубок и других СИ. При хранении только ВВ их количество может достигать 200 кг.

Вместимость передвижного вагона-контейнера не должна превышать трехсуточного расхода ВВ и соответствующего количества СИ в обслуживаемых забоях, но не более 300 кг ВВ и 100 кг электродетонаторов или зажигательных трубок.

В участковых пунктах хранения пачки или отдельные патроны ВВ укладывают на стеллажи и полки шкафов. Электродетонаторы необходимо хранить в коробках (в заводской упаковке), разложенными по ступеням замедления, а коробки укладывать в кассеты. Металлические шкафы (отдельные полки шкафов) для хранения СИ должны изнутри со всех сторон быть футерованы мягким материалом.

Доставленные на любой склад взрывчатые материалы подлежат незамедлительному оприходованию (учету в специальной книге) и размещению в хранилищах и других установленных местах в соответствии с группами совместимости.

При значительных перерывах в работе горных участков, в том числе в выходные дни, все ВМ из участковых пунктов хранения подлежат возврату на расходные склады ВМ. При прекращении работ, связанных с применением ВМ, на срок более 6 мес. все оставшиеся на расходном складе ВВ и СИ должны быть вывезены на другой склад.

На местах работ взрывчатые материалы разрешается хранить до заряжания в размере суточной потребности вне опасной зоны и сменной потребности в пределах опасной зоны, за исключением массовых взрывов, когда в пределах опасной зоны под охраной может находиться потребное количество ВВ, но без СИ и боевиков.

Хранить ВВ в зарядных машинах можно только в пределах времени, установленного в инструкции по их эксплуатации.

У стволов шахт, устьев штолен и тоннелей при их проходке разрешается хранить ВМ в размере сменной потребности в будках или под навесами на расстоянии не ближе 50 м от ствола шахты или устья штольни (тоннеля), а также от зданий и сооружений на поверхности.

## **9.6. Учет взрывчатых материалов**

Организации в сфере взрывчатых материалов обязаны осуществлять их учет в соответствии с формами и в порядке, установленном настоящим специальным техническим регламентом и иными специальными техническими регламентами, разработанными федеральными органами исполнительной власти, уполномоченными на то Правительством Российской Федерации.

Правильность учета взрывчатых материалов должна проверяться ежемесячно должностными лицами организации в сфере взрывчатых материалов, назначенными руководителем организации, и периодически представителями надзорных органов.

### **Основные формы учета взрывчатых материалов в организациях, ведущих взрывные работы.**

#### **Их содержание и порядок ведения**

Учет взрывчатых материалов в организациях, ведущих взрывные работы, должен осуществляться по прилагаемым к настоящему специальному техническому регламенту формам:

- книга суточного прихода и расхода ВМ. Ведут ее заведующие базисными и расходными складами;
- книга учета выдачи и возврата ВМ. Ведется заведующим расходного склада;

- наряд-накладная служит для отпуска ВМ с одного склада на другой. Наряд-накладная выписывается бухгалтерией предприятия, в ведении которого находится склад, отпускающий взрывчатые материалы. Вместе с нарядом-накладной получает также доверенность;

- наряд-путевка служит для отпуска ВМ взрывникам на производство взрывных работ. Выписывается производителем работ или мастером участка.

Наряд-путевка служит основанием для записи в книгу о выдаче ВМ на расходном складе.

Наряды-путевки, возвращенные в качестве отчета об израсходовании ВМ, должны храниться на складе в течение трех лет, после чего подлежат уничтожению по акту.

Выдачу ВМ со склада производят в строгом соответствии с предъявленными наряд-накладными или наряд-путевками.

В организациях, ведущих взрывные работы должен быть обеспечен учет нумерованных изделий из взрывчатых веществ и маркировка капсулей-детонаторов и электродетонаторов при выдаче их взрывникам.

Проверка правильности учета, хранения и наличия ВМ на складах выполняется в конце каждого отчетного месяца производителем работ или лицом, специально назначенным руководителем предприятия. Результаты проверки заносятся исполнителем в книгу учета.

В случаях выявления или недостачи или излишков ВМ необходимо немедленно сообщить об этом руководителю предприятия и органам МВД.

На складах ВМ должны находиться образцы заверенных руководителем предприятия подписей лиц, имеющих право подписывать наряды-накладные и наряд-путевки. Отпуск ВМ по указанным документам, подписанным другим лицам, запрещается.

Проход или проезд рабочих и других лиц на склад и обратно, вывоз или вынос ВМ осуществляется только по пропускам через служебное помещение, обеспечивающее пропускной режим.

Документами на право вывоза или выноса ВМ со склада являются материальный пропуск, когда ВМ отпускаются по наряду-накладной, и наряд-путевка, когда по ней ВМ выдаются взрывникам участка взрывных работ, в ведении которого находится склад.

## **9.7. Расчет безопасных расстояний**

Расстояние, опасное для людей по разлету отдельных кусков породы при взрывании скважинных зарядов, рассчитанных на разрыхляющее действие, определяется по формуле:

$$R_{разр} = 1250 \times n_3 \sqrt{\frac{f}{1+n_{заб}} \times \frac{d_{скв}}{a}};$$

где:

- $f = 3-4$ ;
- $n_3 = L_3/L_c = 6,5/10 = 0,65$  – коэффициент заполнения скважины ВВ;
- $n_{заб} = L_{заб}/L_n = 1$  – коэффициент заполнения скважины забойки;
- $a = 9$  – расстояние между скважинами в ряду.

$$R_{разр} = 1250 \times 0,65 \sqrt{\frac{4}{1+1} \times \frac{0,216}{9}} = 178 \text{ м} \approx 200 \text{ м}$$

Определение расстояний, безопасных по действию ударно-воздушной волны на застекление при взрывании наружных зарядов и скважинных зарядов рыхления производится по формулам:

для группы из  $N$  скважинных зарядов длиной более 12 своих диаметров, взрывааемых одновременно

$$Q_3 = 12 \rho \cdot d_3 \cdot k_3 \cdot N_{об} = 12 \cdot 33 \cdot 0,216 \cdot 0,003 \cdot 6 = 1,5 \text{ кг},$$

где  $Q_3$  – эквивалентная масса заряда, кг.

$N = 6$  шт.

$K_3 = 0,003$  – коэффициент, значение которого зависит от отношения  $L_{заб}/d_c$  и принимается из таблицы (п. 5.1.10 главы VIII ЕПБ при ВР);

$$r_g = 65 \cdot \sqrt[3]{Q^2} = 65 \cdot \sqrt[3]{1,5^2} = 85 \approx 100 \text{ м},$$

при  $Q_3 \leq 2 \text{ кг}$



---

---

## Глава 10 ВНЕЗАПНЫЕ ВЫБРОСЫ ГОРНЫХ ПОРОД И ГАЗА. ГОРНЫЕ УДАРЫ

---

### Общие сведения

Внезапный выброс угля и газа – сложное газодинамическое явление, представляющее собой быстро развивающееся под действием горного и газового давления разрушение угольного массива впереди забоя выработки, сопровождающееся отбросом угля и усиленным газовыделением.

Выброс породы и газа – явление скачкообразного перехода упругой энергии предельно-напряженного массива и сжатого газа вокруг горной выработки, а также веса горных пород, в работу сдвигения, разрушения горных пород, десорбции, фильтрации и расширения газа, в энергию движения горных пород и газа вследствие нарушения неустойчивого равновесия продуктивной толщи (пласта) внешними силами (удар инструментом, бурение, нагнетание воды, взрыв и т.д.). Или внутренними (сдвигение, колебание, силы упругости горных пород), обусловленными геологической историей месторождения и ведением горных работ.

Выбросу предшествуют предупредительные явления: удары, треск различной силы и частоты в массиве; отскакивание кусочков породы (угля), шелушение забоя; усиление давления на крепь, прогиб пород кровли; изменение (рост, падение) скорости газовыделения (иногда резкое), особенно из буримых шпуров и скважин.

Перед выбросом угля и газа характерны появление пылевого облака, выдавливание угля из забоя, зажатие бурового инструмента, выбрасывание штыба в буримую скважину.

Перед выбросом соли характерны замещение или выклинивание продуктивных слоев.

Предупредительные признаки могут быть слабыми и малозаметными.

Развитие выброса происходит внешне в форме лавинообразного смещения, дробления горных пород (угля, соли, песчаника, руд) и выноса раздробленной массы выделяющимся газом ( $\text{CH}_4$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{H}_2$ ) в атмосферу горных выработок. Это явление сопровождается сильными звуковыми колебаниями.

Происшедший выброс характеризуется отбросом пород за пределы угла естественного откоса, тонким измельчением отброшенной горной массы и измельчением угля до тончайшей пыли ("бешеной муки"), повышенным по

сравнению с обычным газовыделением, снижением температуры, образованием характерной полости, а для пород – увеличением площади поперечного сечения выработки, превышающим паспортные размеры.

К газодинамическим явлениям относят собственно выбросы угля, соли пород, руды, обрушения пород с усиленным газовыделением, прорывы газа, выбросы газа с выносом угольной мелочи и горные удары с выделением газа.

В настоящее время в СНГ разрабатывают более 650 выбросоопасных и угрожаемых по выбросам шахтопластов. Из года в год увеличивается удельный вес сверхкатегорных по газообильности шахт и шахт, разрабатывающих пласты, опасные по внезапным выбросам угля и газа.

Выбросы происходят в Донецком, Кузнецком, Карагандинском бассейнах, на Воркутинском, Егоршинском месторождениях, месторождениях Дальнего Востока.

Выбросы угля и газа в Европе имеют место на угольных месторождениях Франции и Бельгии, где наиболее выбросоопасные шахты закрыты; меньшее распространение выбросы имеют на месторождениях Болгарии, Чехии, Словакии (по 100-120 выбросов в год). Эти опасные явления возникают также в шахтах Великобритании, Канады, Японии, КНР и Австралии. Выбросы в калийных рудниках происходят начиная с 1895 г. Выбросы соли, породы и газа наблюдают на Верхнекамском и Старобинском калийных месторождениях.

Выбросы пород, вмещающих угольные пласты, в Донецком бассейне происходят с 1955 г.

В угольной промышленности удельный вес выбросов угля и газа при травмировании со смертельным исходом составляет примерно 3%.

Кроме собственно выбросов различают выдавливание угля (соли) и обрушения (высыпания) с повышенным газовыделением, а также выбросы при производстве взрывных работ.

При выдавливании образуется полость глубиной менее ее ширины, горная масса смещена незначительно, подкровельное пространство полости заполнено тонкой пылью, повышено газовыделение.

Обрушение (высыпание) – разрушение нависающего массива из-за несвоевременного или некачественного крепления; ось полости ориентирована по восстанию пласта.

Выбросы угля при производстве взрывов отличий не имеют, они связаны с организационными причинами, персонал заранее удаляют на безопасное расстояние. Выбросы пород и соли при производстве взрывных работ характеризуются разрушением массива за пределом действия ВВ, отбросом пород и выделением газа.

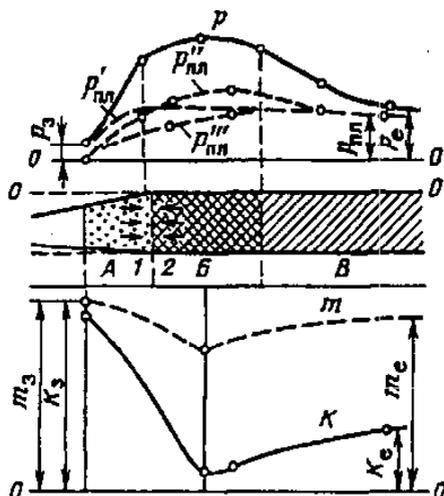
Склонные к выбросам шахтопласты разделяют на выбросоопасные и угрожаемые. Иногда выделяют особо выбросоопасные шахтопласты или участки пласта.

К выбросоопасным относят шахтопласты в пределах шахтного поля ниже вентиляционного штрека того горизонта, где произошел выброс, а к угрожаемым – шахтопласты, где наблюдали выдавливания или обрушения, а также где была предсказана опасная зона.

В склонных к выбросам пластах по данным текущего прогноза в действующих забоях выделяют опасные и неопасные участки.

### 10.1. Механизм внезапного выброса

На естественное поле напряжений и пластового давления в толще горных пород накладываются возмущения, вызываемые ведением горных работ. При движении забоя перераспределяются как параметры, определяющие состояние призабойной зоны, пластовое давление газа  $p_{пл}$  и напряжение в горных породах  $p$ , так и свойства пород – проницаемость  $K$  и пористость  $m$  (рис. 10.1, 10.2), причем особенно сильно изменяются  $p$  и  $K$ . Вследствие перемещения вместе с забоем области низкой проницаемости на массив пластовое давление в некоторых случаях ( $p''_{пл}$ ,  $p'_{пл}$ ) может быть выше естественного  $p_{пл}$ .



396

Рис. 10.1. Механизм внезапного выброса

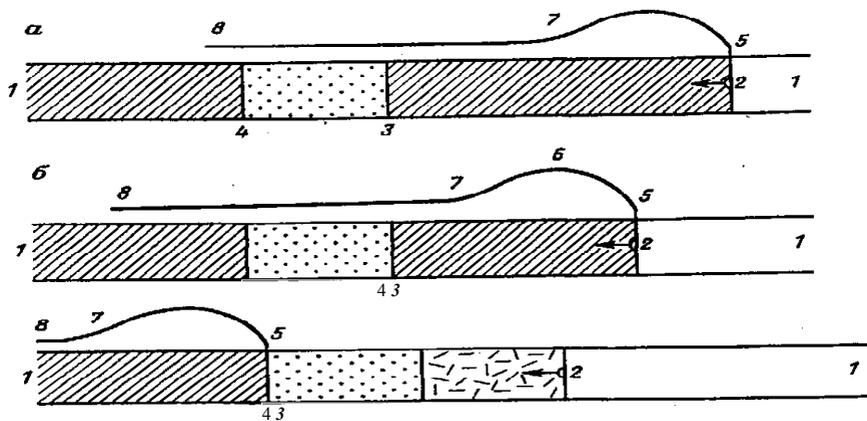


Рис. 10.2. Схема внезапного выброса

Степень изменений состояния ( $p$  и  $p_{ня}$ ) и свойств ( $K$  и  $m$ ) горных пород в призабойной зоне зависит от масштаба вносимого возмущения – вынимаемой мощности, площади поперечного сечения, пролета выработки и скорости подвигания забря.

Естественный (природный) удельный уровень сил, действующих в сторону выработки. При нарастании скорости подвигания забоя к естественным (природным) силам добавляются силы концентрации напряжений и пластового давления вплоть до достижения предельно допустимой силы, при которой происходит разрушение массива (отжим, выдавливание, выброс и т.д.).

Способность массива выдерживать давление от внешних  $p$  и внутренних  $p_{ня}$  сил обычно определяется собственно прочностью пласта и силами трения (защемления) пласта. При быстром разрушении массива, особенно при выбросе, происходит послойный отрыв пород от массива с выходом оторванного слоя из зажима, и, следовательно, силы трения не принимают участия в этом явлении. При выдавливании учет сил трения (зажима) необходим.

Механизм внезапного выброса упрощенно можно представить следующим образом. Пусть по угольному пласту  $1 - 1a$  проводят выработку  $1 - 2$ . Предположим также, что участок пласта  $3 - 4$  обладает пониженными прочностными свойствами (перемятая часть пласта на участке геологического нарушения и т.п.). Кривая  $5 - 6$  представляет собой распределение горного давления впереди забоя выработки. При продвижении выработки участок угольного пласта с высокими прочностными свойствами  $2 - 3$  уменьшается, а напряжение, вызываемое в нем горным давлением, увели-

чивается. Это происходит вследствие того, что зона повышенного горного давления, соответствующая кривой 5 – 6 – 7, занимает все большую часть участка 2 – 3, а участок 3 – 4 воспринимает давление лишь в незначительной степени. Наконец, когда размеры участка 2 – 3 станут достаточно малыми, он разрушается. При этом горное давление, не находя опоры на участке 2 – 3 – 4, распространяется в глубь массива на участок 4 – 1, как показано на рис. 10.2. Таким образом, участок пласта 2 – 3 – 4, прилегающий к забою выработки 2, оказывается разгруженным от горного давления и разрушенным. В этом случае возникли благоприятные условия для перехода сорбированного на этом участке газа в свободное состояние и выделение его в выработку 2 – 1. Если же разрушение участка 2 – 3 происходит в течение короткого времени (например, уголь весьма хрупкий), угольный пласт имеет высокую газоносность, а газопроницаемость прилегающих к забою участков мала, то процесс газовыделения будет протекать довольно интенсивно и может перерасти во внезапный выброс. При этом происходит вынос в выработку угольных фракций с их одновременным дроблением, что еще в большей степени увеличивает газовыделение.

Процесс нарастает лавинообразно, в пласте образуется округлая полость. Процесс прекращается, когда полость достигнет устойчивой формы. Это явление носит внезапный характер, поскольку обычно невозможно предвидеть точное место и время выброса, а сам процесс длится короткое время.

Предотвращение газодинамических явлений помимо снижения скорости подвигания забоя, что является вынужденной мерой, и масштаба возмущения возможно путем:

- повышения устойчивости массива, посредством укрепления смолами;
- снижения уровня природных сил с помощью управляющего воздействия на продуктивную толщу для уменьшения напряжений  $p_c$  и пластового давления  $p_d$  за счет, например, отработки защитного пласта и дегазации;
- управления свойствами (пластичностью, проницаемостью и пористостью) пород в направлении снижения концентрации напряжений и пластового давления.

Наибольшего эффекта достигают при управлении как состоянием ( $p_c, p_{пл}$ ), так и свойствами пород.

Особенности механизма выбросов пород и газа состоят в том, что в выбросоопасных зонах песчаники отличаются низкой прочностью и высокой газоносностью – 0,31-3,0 м<sup>3</sup>/т по сравнению с газоносностью 0,05-0,7 м<sup>3</sup>/т песчаников в неопасных зонах. Метаноемкость выбросоопасных песчаников в 2-5 раз выше невыбросоопасных. При взрывной отбойке таких песчаников имеет место процесс хрупкого самоподдерживающегося разрушения с пере-

мещением разрушенной массы в выработку. При встрече с прочным прослоем процесс выброса прекращается.

Особенности выбросов соляных пород и газа состоят в следующем:

- соляные породы в выбросоопасных зонах высокопористы (5-10%), малопрочны при растяжении и высокогазоносны;
- выбросоопасные зоны характеризуются высоким пластовым давлением газа ( $p_n = 6-8$  МПа);
- соляные породы разрушаются до пылеобразного состояния, и стенки полости выброса разбиваются характерной тре-щиноватостью, свидетельствующей о послонном отрыве;
- после выброса соли (особенно карналлита) понижается температура воздуха в выработке;
- глубина залегания выбросоопасных калийных пластов составляет 300-900 м.

Предусматривают следующие мероприятия безопасности при разработке пластов, склонных к проявлению выбросов горных пород (угля) и газа:

- предсказание (прогноз) выбросоопасности;
- снижение выбросоопасности продуктивной толщи (пластов);
- предотвращение выбросов при ведении горных работ;
- обеспечение безопасности персонала.

## 10.2. Определение выбросоопасности

Различают следующие виды предсказания выбросоопасности и выбросов.

1. Определение выбросоопасности шахтопластов на стадии геологической разведки (доразведки) участка.
2. Прогноз выбросоопасности перед вскрытием угольных пластов.
3. Определение выбросоопасности шахтопласта на разрабатываемом горизонте.
4. Прогноз выбросоопасности отдельных зон угольных пластов (текущий прогноз).

Существуют также:

- Определение выбросоопасности шахтопластов на стадии геологической разведки.
- Оценка выбросоопасности перед вскрытием угольных пластов.
- Определение выбросоопасности шахтопласта на разрабатываемом горизонте.

Обследование шахтопластов в полном объеме проводят во всех действующих очистных и подготовительных забоях, оно включает в себя 10 циклозамеров признаков выбросоопасности на протяжении не менее 20 м

подвигания забоя. Обследования повторяют через каждые 30-300 м по мере продвижения выработки.

Критическими значениями для угольных бассейнов являются соответствующие кривые. При положении точки с полученными координатами  $p_k$  и  $M_n$  под кривой пласт на действующем горизонте считают неопасным и его можно разрабатывать с периодическим обследованием методом локального прогноза выбросоопасности.

Если точка расположена выше кривой, то в дальнейшем угольный пласт необходимо отрабатывать с постоянной оценкой выбросоопасности угольного забоя для выявления опасных зон.

**Оценка выбросоопасности отдельных зон угольных пластов.** Прогноз выбросоопасности в забоях предназначен для установления выбросоопасных и неопасных зон при проведении подготовительных выработок и ведении очистных работ, а также для оценки эффективности противовыбросных мероприятий.

1. Прогноз по сейсмоакустической активности пласта основан на регистрации естественных сейсмоакустических импульсов, возникающих в массиве и регистрируемых звукоулавливающей аппаратурой.

Вход забоя в выбросоопасную зону характеризуется критерием критического превышения, когда шумность пласта  $x$  возрастает в несколько раз по сравнению со средним уровнем, или критерием двух точек, когда происходит повышение (понижение) не менее двух раз подряд последовательных значений  $x$  на 5-10% по сравнению с предыдущими значениями.

2. Прогноз по начальной скорости газовыделения в шпур заключается в бурении в плоскости пласта шпуров длиной 3,5 м, диаметром 43 мм и замере по глубине 1,5, 2,5 и 3,5 м начальной скорости газовыделения из шпуров  $q_H$  при длине газовой камеры шпура 0,5 м. При  $q_H > q_{крит}$  [где  $q_0$  – некоторая (табличная) критическая начальная скорость газовыделения на любом из замеренных интервалов] забой выработки находится в опасной зоне. При  $q_H < q_{крит}$  забой выработки расположен в неопасной зоне.

3. Прогноз выбросоопасности по начальной скорости газовыделения и выходу бурового штыба из шпуров применяют в восточных районах страны. Для этого в плоскости пласта бурят шпур глубиной 5,5-6,5 м. После окончания бурения шпура на заданную глубину определяют максимальное значение выхода бурового штыба из метрового интервала шпура и максимальную начальную скорость газовыделения, по которым, используя специальные графики, определяют выбросоопасность пласта.

**Оценка выбросоопасности пород.** Ее осуществляют по данным разведочного кернового бурения по делению кернов на диски выпукло-вогнутой формы и наличию кольцевых трещин на кернах.

Диски и кольцевые трещины в выбросоопасных песчаниках отличаются от невыбросоопасных перпендикулярностью их плоскостей к оси, направленной в сторону забоя скважины.

Зоны с высокой степенью выбросоопасности пород характеризуются наличием более 30-40 выпукло-вогнутых дисков, приходящихся на 1 м керна.

Находит применение также метод оценки выбросоопасности по скорости газовыделения, газоносности, пластовому давлению и величине газоотдачи. Акустический метод, используемый на калийных рудниках, заключается в регистрации тресков при растворении газонасыщенной соли. Эти трески связаны с газонасыщенностью, по которой оценивают выбросоопасность.

### **10.3. Снижение выбросоопасности угольных пластов**

Способы снижения выбросоопасности делят на общие (региональные), выполняемые до начала очистных и подготовительных работ, и местные (локальные), осуществляемые в забое. К региональным способам относят:

- опережающую отработку защитных пластов;
- дегазацию угольных месторождений;
- предварительное увлажнение угольных пластов в режиме фильтрации.

К локальным способам относят:

- гидрорыхление пласта;
- увлажнение угольного пласта в режиме фильтрации;
- бурение опережающих скважин;
- образование разгрузочных пазов и щелей;
- торпедирование (гидровзрывная обработка) угольного массива.

Общими в механизме воздействия указанных способов являются дегазация массива и изменение структуры и свойств выбросоопасного пласта.

**Опережающая отработка защитных пластов.** Способ заключается в отработке выше- или нижележащего пласта (пропластка). В результате подработки или надработки снижаются напряжения в пласте и вмещающих породах, изменяются механические свойства толщи пород, за счет раскрытия трещин повышается газопроницаемость массива и создаются благоприятные условия для дегазации пластов.

Порядок разработки пластов в свите выбирают из условия обеспечения эффективной защиты наибольшего числа выбросоопасных угольных пластов.

Для каждого разрабатываемого пласта строят границы защитного действия, которые зависят от глубины разработки, вынимаемой мощности,

способа управления кровлей, угла падения защитного пласта и содержания песчаников в междупластье.

В районах влияния оставленных целиков строят зоны повышенного горного давления, при подходе к границам которых предъявляются повышенные требования к порядку ведения горных работ.

#### **Дегазация угольных месторождений.**

Дегазация незащищенных (неразгруженных) склонных к внезапным выбросам угольных скважинам, пробуренными из подготовительных выработок, может быть применена как при столбовых, так и сплошных системах разработки, если имеется достаточное опережение лавы подготовительной выработкой. Схема и технология дегазации скважинами принимается в соответствии с "Руководством по дегазации угольных пластов".

Если дегазацией не удастся снизить газоносность пласта, то производится дополнительное увлажнение угля через дегазационные скважины либо применяются локальные способы предотвращения внезапных выбросов.

Контроль эффективности применения дегазации при проведении подготовительных выработок производится путем замеров начальной скорости газовыделения и выхода бурового штыба по длине контрольных шпуров или с учетом динамики газовыделения из этих шпуров.

**Предварительное увлажнение, увлажнение угольных пластов в режиме фильтрации, гидрорыхление.** Увлажнение угольных пластов способствует частичной консервации газа в массиве, его отжиму с увлажняемого участка и повышению пластических свойств угля.

Предварительное увлажнение пласта проводят за месяц и более до начала очистных работ. Увлажнению пласта предшествует дегазация. Влажность угля при увлажнении повышается до 6%. Для улучшения смачиваемости угля в раствор добавляют поверхностно-активные вещества.

При гидрорыхлении раскрываются и расширяются пластовые трещины, т.е. происходит гидрорасчленение пласта, что приводит к гидросбойке с выработкой. Как такового рыхления пласта не происходит. Рабочую часть скважин следует располагать за зоной предельного состояния.

Гидрорыхление считают выполненным при появлении воды в плоскости забоя или снижении давления в трубопроводе не менее чем на 30% при неизменном темпе закачки. При увлажнении, а особенно при гидрорыхлении, возможно провоцирование выброса, поэтому нагнетание необходимо осуществлять дистанционно.

**Бурение опережающих скважин, разгрузочные пазы и щели.** Опережающие скважины в плоскости пласта бурят диаметром 80-250 мм; они оказывают на пласт разгрузочное и дегазационное действия. При этом необ-

ходимо соблюдать условие: расстояние между скважинами не должно превышать двух радиусов их эффективного влияния.

При бурении скважин возможны выбросы, поэтому бурение каждой последующей скважины необходимо выполнять в зоне влияния предыдущей скважины, бурение должно осуществляться дистанционно.

Разгрузочные пазы шириной 60-80 мм на всю мощность пласта располагают в забоях очистных и подготовительных выработок перпендикулярно плоскости пласта, пазы создают в наиболее напряженных участках (в "кутках" очистных и подготовительных забоев, на уступах и в нишах). Они снижают напряжения в плоскости пласта за счет упругих деформаций. Бурение пазов связано с опасностью выброса, поэтому глубина их лимитируется 2,5 м, а бурение производят дистанционно.

Разгрузочные щели делают параллельно плоскости угольного пласта во вмещающих породах или угольном пласте. Щель создают по всей длине очистного забоя, ее глубина превышает глубину захвата выемочной машины. При проведении подготовительных выработок проходческими комбайнами избирательного действия разгрузочную щель можно расположить в породах кровли или почвы на расстоянии от угольного пласта не менее 0,5 м.

**Торпедирование (гидроразрывная обработка) угольного массива.** Торпедирование осуществляют в забоях очистных и подготовительных выработок на пологих пластах тонких и средней мощности.

Цель торпедирования – ослабление, рыхление пласта посредством энергии взрыва и его дегазация за счет повышения газопроницаемости. При предварительном нагнетании воды в пробуренные скважины эффект от применения торпедирования увеличивается.

При торпедировании угольного пласта без предварительного нагнетания в него воды взрывание зарядов ВВ производят в скважинах диаметром 55-60 мм и длиной 8,5-13,5 м. После досылки ВВ скважину заливают водой. В качестве ВВ применяют скальный аммонит № 1 II класса предохранительности, средства инициирования – электродетонаторы мгновенного действия. Взрывание производится за один прием.

#### **10.4. Предотвращение выбросов горных пород и газа**

В тех случаях, когда способами, описанными ранее, не удастся снизить выбросоопасность до безопасного уровня, проводят мероприятия по безопасному вскрытию угольных пластов, гидроотжим пласта, гидровывывание опережающих полостей и осуществляют меры по предотвращению выбросов породы и газа.

**Мероприятия по безопасному вскрытию угольных пластов.** Вскрытие пластов угля, кроме случаев, когда предсказано отсутствие выбросоопасности, производят с применением мер предотвращения выбросов.

Вскрытие начинают при приближении забоя выработки к пласту на расстоянии 4 м и заканчивают после удаления забоя от пласта на расстояние не менее 4 м по нормали.

Вскрытие осуществляют в следующей последовательности: приближение, обнажение пласта, пересечение его, удаление (отход), возведение постоянной крепи на полное сечение выработки.

Перед началом проходки вертикального ствола предварительно уточняют глубину расположения угольных пластов. В углубляемых стволах до разведку проводят за 10 м до предполагаемого места встречи с угольным пластом.

Для предотвращения выбросов применяют бурение дегазационных скважин, возведение каркасной крепи и гидрообработку угольного массива.

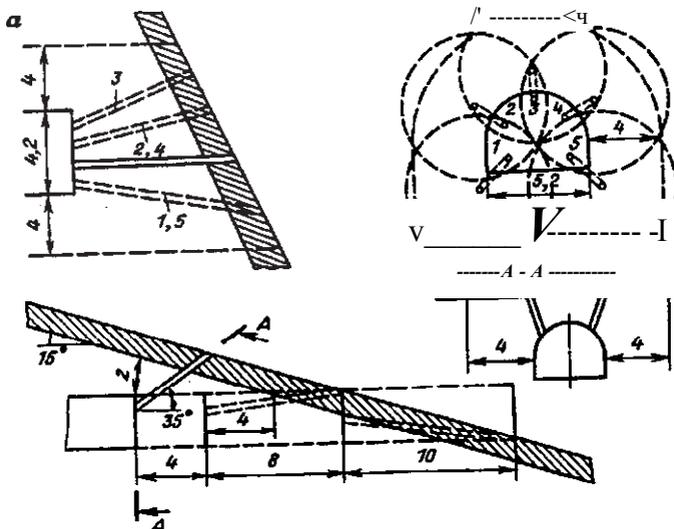
Дегазационные опережающие скважины малого (70-100 мм) и большого (более 200 мм) диаметров бурят за 2 м до вскрываемого пласта по нормали. Расположение опережающих скважин малого диаметра при вскрытии пологого, наклонного и крутого пластов.

Каркасная крепь из профиля или труб, зацементированных в скважинах, должна опережать забой ствола не менее чем на 2 м. Обнажение и пересечение пласта выполняют спустя трое суток после возведения каркасной крепи.

Гидрорасчленение (гидрорыхление) пласта перед вскрытием проводят для повышения проницаемости и пластичности через скважины диаметром 43-60 мм.

Вскрытие пластов квершлагами и другими выработками осуществляют после обеспечения вентиляции за счет общешахтной депрессии. Мероприятия по предотвращению выбросов, выполняемые с расстояния 3 м по нормали до вскрываемого пласта, следующие: бурение дегазационных скважин, нагнетание воды в пласт, гидровывывание полостей, возведение каркасной крепи и нагнетание растворов, изменяющих фазовое состояние.

При вскрытии пласта с использованием дегазационных скважин их число и схемы расположения зависят от радиуса эффективного влияния одной скважины и мощности вскрываемого пласта. При вскрытии пластов тонких и средней мощности воду нагнетают через 5-6 скважин последовательно в каждую из них до гидросбойки с соседней скважиной. Вскрытие с гидровывыванием полостей выполняют при наличии мягких пачек при боковых породах не ниже средней устойчивости. Гидровывывание осуществляют через скважины диаметром 100-200 мм, полностью пересекающие вскрываемый пласт.



**Рис. 10.3.** Схема расположения скважин для гидрообработки перед вскрытием кругого (в) и пологого (б) пластов, 1, 2, 3, 4 и 5 – нагнетательные скважины

Металлическую каркасную крепь применяют при вскрытии крутых пластов, представленных мягкими сыпучими углями и слабыми боковыми породами. Для этого через породную толщу между забоем выработки и пластом по периметру выработки на расстоянии 0,3 м друг от друга бурят скважины, которые пересекают пласт и выходят в породы кровли не менее чем на 0,5 м. В скважины вводят металлические трубы или рельсы, под их выступающие концы подводят железобетонную или металлическую арку, которую прочно соединяют с трубами каркаса и закрепляют анкерами в стенки и кровлю выработки.

При вскрытии пластов с нагнетанием растворов, изменяющих фазовое состояние, используют водные растворы мочеви-ноформальдегидной или фенолформальдегидной смолы с различного рода отвердителями (кислоты, хлористый аммоний), которые, твердея в трещинах пласта, повышают равнопрочность массива и увеличивают его устойчивость.

**Гидроотжим угольного пласта.** При гидроотжиме ставят задачу при помощи воды, нагнетаемой в шпур, обеспечить выдвигание призабойной части угольного пласта в сторону выработки, для чего рабочую часть шпура следует располагать в упругодеформированной области.

Гидроотжим пласта применяют в очистных и подготовительных выработках тонких, средней мощности и мощных пластов за исключением восстающих выработок с углом наклона более 25° и лав крутых пластов.

Длина шпуров в зависимости от мощности пласта составляет 2-5,5 м. Длина герметизации шпуров  $l_r$  на 0,3 м меньше длины шпуров.

Гидроотжим контролируют по величине выдвигания забоя в выработку, замер которой осуществляют по смещению забивных реперов. Выдвигание угольного забоя на пластах тонких и средней мощности должно быть не менее  $0,01 \frac{1}{r}$  в очистных забоях и не менее  $0,02 \frac{1}{r}$  в подготовительных.

При гидроотжиме возможен выброс, поэтому рабочие в тупиковых выработках в период нагнетания должны находиться на расстоянии не менее 120 м от забоя, в очистных забоях на расстоянии не менее 20 м от шпура на свежей струе воздуха.

**Гидровывывание опережающих полостей.** Механизм воздействия на призабойную часть угольного пласта опережающих полостей аналогичен механизму воздействия разгрузочных скважин и щелей. Гидровывывание опережающих полостей выполняют в подготовительных забоях в мягких пачках угля мощностью более 5 см.

Высоту полости принимают в зависимости от мощности пачки, но не более 25 см. Для получения наибольшего эффекта от применения этого способа размер целиков между полостями не должен превышать 30 см. Вывывание полостей сопровождается самопроизвольным разрушением угля и микровыбросами с выносом пульпы и газа.

Вывывание полостей осуществляют при помощи гидростволы с насадками. Эффективность гидровывывания опережающих полостей оценивают по снижению газоносности пачек нарушенного угля.

**Предотвращение выбросов породы и газа.** Существуют следующие способы предотвращения выбросов: оптимизация параметров буровзрывных работ, возведение заградительных перемычек, проведение выработок комбайнами со специальным исполнительным органом и образование разгрузочных щелей.

При расчете зарядов расход ВВ на разрушение  $1 \text{ м}^3$  породы должен составлять 0,8-1,5 кг непередохранительных ВВ и на 25-30% больше предохранительных. Выработки рекомендуют проходить с опережающим забоем уменьшенного поперечного сечения при одновременном взрывании в обоих забоях с применением электродетонаторов миллисекундного замедления. Длину шпуров принимают равной 1,6-1,8 м. Одновременно с оптимизацией буровзрывных работ на расстоянии от забоя 3-3,5 м с целью локализации выброса и торможения его развития устраивают заградительные перемычки из канатов и колец.

Проведение выработок осуществляют комбайном, исполнительный орган которого выполняют таким образом, чтобы при проходке забой

выработки имел полусферическую форму в сторону массива. Это уменьшает скорость деформации восстановления массива.

При проведении выработок с разгрузочными щелями последние устраивают по периметру выработки шириной не менее 20 мм и глубиной, превышающей на 0,3 м глубину шпуров для буровзрывных работ.

Для предотвращения выбросов соли и газа испытали и применяют способы, аналогичные тем, которые используют в угольной промышленности: увлажнение, гидроотжим, бурение скважин большого диаметра, торпедирование и др. Предотвращение выбросов соли при бурении скважин достигают также посредством снижения скорости бурения (см/мин) до безопасного уровня:

$$v_6 = K/0,0084,$$

где  $K$  – газопроницаемость, мкм<sup>2</sup>.

На калийных рудниках широко применяют методы механической защиты людей от малых (до нескольких сотен килограммов) выбросов и оборудования при больших выбросах, основанные на их предсказании.

Весьма эффективным способом предотвращения выбросов на Солигорских и Березниковских рудниках оказалось бурение дегазационных скважин малого диаметра (30-50 мм) протяженностью 2-6 м вкрест напластования пород в кровле горных выработок. За 15 лет применения этого способа удалось снизить удельное число выбросов с 5,5-15 на 1 млн т добытой руды до 0,4-0,14.

Сотрясательное взрывание. Его используют как крайнюю меру провоцирования выброса при отсутствии другой возможности снижения выбросоопасности. Сущность способа заключается в отбойке угля и пород на заданную величину подвигания без дальнейшего оформления забоя ударными инструментами. С учетом этих требований составляют паспорт буровзрывных работ с увеличенным зарядом ВВ. При сотрясательном взрывании люди должны быть отведены на расстояние не менее 1000 м по свежей струе воздуха. При невозможности выдержать это расстояние в шахте людей выводят на поверхность. Взрывание производят с расстояния не менее 600 м от забоя, считая по свежей струе воздуха, в защищенном месте. Электроэнергию необходимо отключить.

Очистные и подготовительные забои, где проводят сотрясательное взрывание, оснащают аппаратами передачи информации к диспетчеру на поверхность о производстве взрывных работ.

## **10.5. Обеспечение безопасности рабочих при выбросах пород и газа**

Для повышения безопасности рабочих применяют следующие средства индивидуальной и групповой защиты: шахтные изолирующие самоспаса-

тели, индивидуальные и групповые отводы сжатого воздуха, передвижные спасательные пункты и переносные спасательные аппараты (ПСА).

Все рабочие и должностные лица в шахтах, опасных по выбросам, обеспечиваются изолирующими самоспасателями сроком защитного действия 45-50 мин и малогабаритными изолирующими самоспасателями со сроком действия 15-20 мин.

Для снабжения воздухом горнорабочих от шахтной пневматической сети трубопровод оборудуют устройством аварийного обеспечения. Оно представляет собой быстроразъемное соединение пневмоинструмента с резиновым отводом от магистрали сжатого воздуха.

На вентиляционных откаточных штреках устраивают групповые отводы сжатого воздуха, которые подключают к магистральному воздухопроводу.

Для переключения рабочих из самоспасателей особенно малогабаритных, включения их в новые самоспасатели, обеспечения дыхания рабочих и связи с диспетчером на расстоянии не более 50 м от очистных забоев устраивают передвижные самоспасательные пункты, в которых снабжение воздухом осуществляется от баллона сжатого воздуха либо от магистральной шахтной сети.

На незащищенных выбросоопасных крутых пластах места пребывания машинистов и помощников машинистов комбайнов и щитовых агрегатов оснащают переносными спасательными аппаратами типа ПСА.

## **10.6. Горные удары**

Горный удар – явление скачкообразного перехода упругой энергии предельно напряженного массива вокруг горных выработок и веса вышележащих пород в работу сдвига и разрушения горных пород вследствие нарушения неустойчивого равновесия продуктивной толщи (пласта) внешней или (и) внутренней силами, обусловленными ведением горных работ.

При горном ударе происходит скачкообразное перераспределение напряжений в массиве горных пород. Внешнее проявление горного удара – разрушение и отброс (выдавливание) пород (угля, соли, руды), разрушение крепи, смещение оборудования, машин, резкий звук, образование пыли, воздушной волны, усиление газовыделения в газовых шахтах. В наклонных выработках удар может сопровождаться обрушением и высыпанием пород.

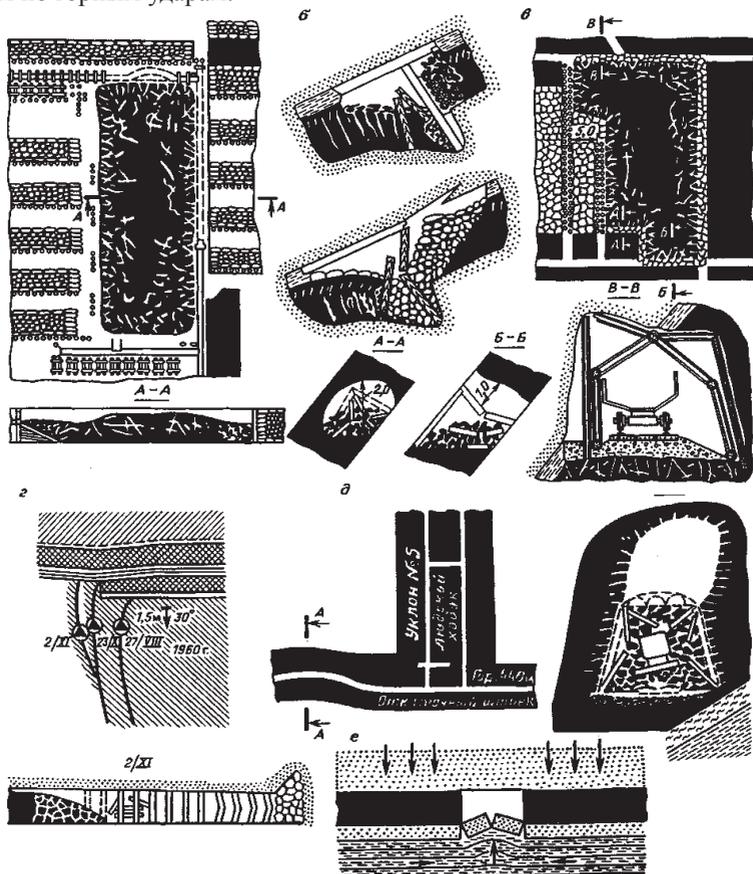
По форме и силе проявления горные удары подразделяют на собственно горные удары, микроудары, толчки и стреляния.

Микроудары сопровождаются звуком, сотрясением горного массива и образованием пыли без нанесения серьезного ущерба.

Толчок проявляется в виде сотрясения пород, разлома и выдавливания части массива без разрушения на куски.

Стреляние проявляется в виде отскакивания от массива кусков, чешуек породы (угля) и сопровождается звуковым щелчком.

Собственно горные удары происходят в целиках перед лавой, в том числе в краевой части целика (перед лавой), в выработках за фронтом горных работ с разрушением пород кровли или выдавливанием пород почвы (рис. 10.4). По степени опасности угольные пласты относят к опасным и угрожаемым по горным ударам.



**Рис. 10.4.** Характер и места проявления горных ударов: а и в – в целике перед лавой; б – в выработке, прорезающей целик; г – в выработке за фронтом горных работ; д, е – в выработке за фронтом горных работ с разрушением пород кровли и выдавливанием пород почвы

Горные удары могут проявляться на большой площади и обладают значительной разрушительной силой. Например, при горном ударе на угольной шахте "Фритц Хейнрих" в 1942 г. было травмировано 45 человек.

В бывшем СССР первые горные удары проявились в Кизеловском угольном бассейне. Позднее они стали возникать на шахтах Шурабского и Кизилкийского месторождений, в Кузнецком, Донецком бассейнах, на Сучанском, Воркутинском, Ткибульском, Баренцбургском, Липовецком месторождениях, на месторождениях о-ва Сахалин и др.

### Природа и механизм горных ударов

Земная кора, включая продуктивные толщи (залежи), находится в сложнонапряженном состоянии. При внедрении в массив горных выработок, особенно очистных, происходит перераспределение напряжений и образуется область предельно напряженного состояния. Она характеризуется наличием низких напряжений на кромке пласта и зоны максимальных напряжений на некотором расстоянии от кромки в глубь массива, в результате чего перераспределяются естественные напряжения, что в свою очередь вызывает разрушение массива, выдавливание пласта (пород) в сторону его обнажения. Особенно сложными являются деформации в уступах, где происходит наложение напряжений. Характер этого процесса зависит от соотношения скорости прилагаемых дополнительных нагрузок и скорости передачи их в глубь массива за счет пластических деформаций. Угольные, соляные пласты и рудные тела имеют сложное строение, разбиты многочисленными поверхностями ослабления в виде трещин плоскостей сдвижения, напластования, отдельные пачки пластов обладают разными прочностными характеристиками, поэтому условия деформирования их различны.

Наряду с деформациями пласта и залежи в целом происходит деформирование отдельных пачек, что вызывает дополнительные напряжения, которые могут распределяться крайне неравномерно.

Характер деформирования призабойной зоны пласта в сложнонапряженном состоянии зависит от соотношения скоростей нарастания напряжений в призабойной зоне пласта  $v_n$  и релаксации напряжений для данных горно-геологических условий  $v_p$ .

При  $v_n > v_p$  возможно хрупкопластическое разрушение, в том числе и в виде горного удара.

Один из возможных вариантов распределения напряжений и деформирования пласта в призабойной зоне показан на рис. 10.4.

Деформирование пласта происходит ступенчато за счет влияния сил, препятствующих деформации: внутримассивного сцепления, трения на

контактах пласта и боковых пород и между отдельными пачками, а также защемления пласта боковыми породами. Когда активные силы превышают силы, препятствующие деформированию, происходит перемещение массива до установления нового неустойчивого равновесия. Ступенчатый характер деформирования усугубляется также сложностью структуры пласта и сдвигами боковых пород вследствие образования трещин среза при изгибе крепких пород (например, песчаников).

В результате очередного преодоления сил трения и защемления пласта происходит очередное ступенчатое деформирование области А (см. рис. 10.4). Это выдавливание приводит к резкому или мгновенному снижению бокового отпора в части или во всей области Б, в результате чего создаются условия для ее хрупкого разрушения с переходом потенциальной энергии упругого сжатия, запасенной пластом и боковыми породами, в работу образования новых поверхностей и кинетическую энергию, способствующую дальнейшему выдавливанию области А. При достижении выдавливающими силами определенного значения область А будет перемещаться непрерывно и процесс разрушения в области Б перерастет в горный удар.

### **Прогноз удароопасности**

Обнаружение участков, опасных по горным ударам, дает возможность своевременно приводить их в неудароопасное состояние. По степени удароопасности угольные пласты разделяют на угрожаемые и опасные. Угрожаемые пласты с определенной глубины переводят в опасные. Отдельные участки удароопасных пластов разделяют на четыре категории. Участки I категории (рис. 10.5) характеризуются наличием повышенной удароопасности, IV категории являются неудароопасными. Участки II и III категории занимают промежуточное положение.

В настоящее время применяют следующие способы прогноза горных ударов.

Определение категории удароопасности по выходу буровой мелочи заключается в сборе буровой мелочи с каждого метра скважины при ее бурении в плоскости пласта. Замеры выхода буровой мелочи осуществляют в массовом (кг/м) или объемном (л/м) измерении. Если хотя бы одна точка кривой выхода буровой мелочи попадает в область I или II категории удароопасности, то весь участок считают удароопасным (см. рис. 10.5).

Определение категории удароопасности по крупности буровой мелочи заключается в рассеивании проб буровой мелочи с каждого метра скважины при ее бурении и определении процентного содержания класса крупности более 2-3 мм. По графику изменения процентного содержания круп-

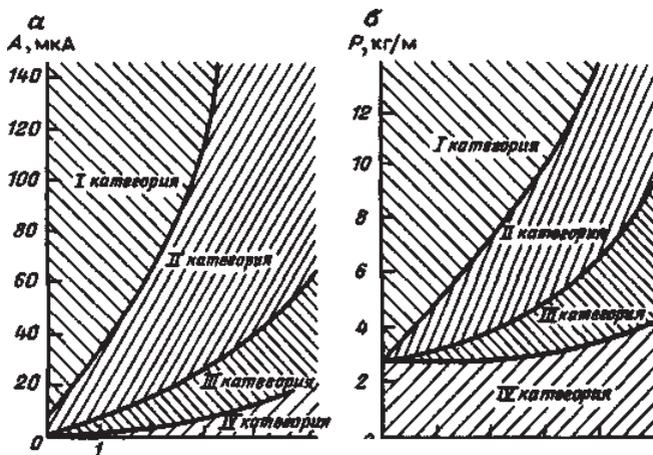


Рис. 10.5. Графики для установления категории удароопасности по амплитуде толчка А (а) и по выходу буровой мелочи Р (б): l – глубина, на которой зарегистрирован толчок (а) или расстояние от устья скважины (б); m – мощность пласта

ности буровой мелочи по длине скважины определяют удароопасность пласта.

Определение удароопасности по сейсмоакустической активности выполняют путем замера максимальной амплитуды импульсов при бурении скважин (см. рис. 10.5а).

Определение категории удароопасности по изменению естественной влажности осуществляют посредством отбора проб штыба при бурении скважин и лабораторного определения средней влажности. По влажности и расстоянию от обнажения пласта до участка скважины с минимальной влажностью определяют категорию удароопасности.

Скважины бурят по самой прочной пачке в местах, наиболее подверженных горным ударам (бока выработок, ниши, уступы, лавы, целики и т.д.).

Оценку удароопасности по прочностным свойствам производят путем вдавливания пуансона в обнаженную поверхность или с помощью прочностномера. Зная предел прочности угольного пласта на одноосное сжатие, эмпирически оценивают глубину Н (м) возможного возникновения горных ударов:

$$H = 620 + 0,8\sigma_{п.о.}/(R\rho g),$$

где  $\sigma_{п.о.}$  – предел поверхностной прочности обнажения угольного пласта при одноосном сжатии, Па; R – вероятностный коэффициент концентрации напряжений (в несложных горнотехнических условиях  $R=1,5 \div 2$ , в сложных  $R=3 \div 4$ );  $\rho$  – плотность пород покрывающей толщи, кг/м<sup>3</sup>; g – ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup>.

Применяют также другие способы оценки удароопасности, например, по изменению электропроводности.

Удароопасность определяют не реже одного раза в три года при неизменной горнотехнической обстановке и периодически при ее изменении.

### **Безопасное ведение горных работ на пластах, подверженных горным ударам**

Для безопасного ведения горных работ на пластах, подверженных горным ударам, осуществляют следующие мероприятия:

- снижение горного давления на угольный пласт посредством опережающей отработки защитных пластов;
- снижение удароопасности призабойной части угольного пласта путем создания защитных зон;
- вскрытие, подготовка и отработка угольных пластов в определенном порядке.

Опережающая отработка защитных пластов оказывает эффективное влияние на снижение горного давления на угольный пласт, опасный по горным ударам.

При разработке свиты пластов в первую очередь производят выемку неопасного защитного пласта. Если в свите все пласты, опасные по горным ударам, разработку начинают с пласта, обеспечивающего наибольшую эффективность защиты. Эффект защитного действия – временный. Возможно создание условий для восстановления горного давления. Решающими факторами являются время, прошедшее после отработки защитного пласта, и пространственное расположение горных пород. Границы защищенных зон рассчитывают в зависимости от глубины разработки и вынимаемой мощности защитного пласта, способа управления кровлей и угла падения, а также содержания песчаников в составе междупластья.

Отработку защитного пласта осуществляют без оставления целиков, так как они создают на подзащитных пластах зоны повышенного горного давления. В этих зонах предусматривают специальные мероприятия при выемке пласта.

В тех случаях, когда применение опережающей отработки защитных пластов невозможно или неэффективно, снижение удароопасности выполняют путем создания защитной зоны. Размеры этой зоны зависят от мощности вынимаемого пласта и составляют 2-8 м.

Защитную зону создают посредством бурения скважин большого диаметра (разгрузочных), камуфлетным взрыванием и нагнетания воды в пласт.

Расстояние между "разгрузочными" скважинами большого диаметра принимают в зависимости от категории удароопасности, мощности пласта

и диаметра скважин. В подготовительных забоях и капитальных выработках скважины располагают как по направлению подвигания выработки, так и в ее боках. При очистных работах скважины бурят или из подготовительных выработок параллельно очистному забою, или со стороны очистного забоя.

Камуфлетное взрывание применяют в тех случаях, когда длина скважин не превышает 10 м. Зарядом ВВ заполняют не более половины длины скважин, остальную часть – забойкой. Расстояние между скважинами зависит от категории удароопасности, типа ВВ, вида забойки и составляет 0,8-1,5 м.

Для нагнетания воды в режиме фильтрации скважины бурят по пласту с некоторым опережением лавы или секущими угольные пласты под различными углами с откаточного и вентиляционного горизонтов с тем, чтобы создать защитную зону на всей площади пласта или свиты пластов. Диаметр скважин 56-90 мм, глубина герметизации 10-15 м.

Объем нагнетания воды устанавливают в зависимости от естественной влажности угольного пласта, но не более 25-30 л на 1 т обрабатываемого массива.

Нагнетание воды с добавками поверхностно-активных веществ в режиме гидрорасчленения, доводимого до гидросбойки с рабочим пространством забоя (гидроотжима), применяют при вынимаемой мощности пласта (слоя) не более 2 м. Длина фильтрующей части при этом составляет 0,3-0,5 м. После падения давления вследствие гидросбойки до 5 МПа и ниже нагнетание прекращают.

### **Порядок вскрытия, подготовки и отработки удароопасных пластов**

Вскрытие опасных и угрожаемых по горным ударам пластов осуществляют по породам или неопасным пластам. Полевые штреки и квершлагги проводят в разгруженной зоне с отставанием от очистных работ. Подготовка шахтного поля должна обеспечивать отработку пластов без оставления целиков. При проведении выработок по пластам, опасным по горным ударам, их проводят широким забоем с выкладкой около выработок бутовых полос.

Отработку удароопасных пластов выполняют с минимальным числом опережающих выработок. При поэтажной подготовке используют системы разработки лава – штрек с односторонней отработкой. При панельной подготовке шахтного поля применяют лавы по падению или восстанию (если впереди движущегося забоя лавы нет выработанного пространства) без оставления целиков.

В качестве способа управления кровлей рекомендуют полное или частичное обрушение и закладку.

В зонах геологических нарушений при подходе очистных или подготовительных выработок к нарушенной зоне с пониженной прочностью пород осуществляют меры предупреждения горных ударов.

### **Дополнительные требования для рудников**

Ведение горных работ на месторождениях, отрабатывающих пласты, склонные к горным ударам, должно осуществляться по проекту, в соответствии с которым определяются категории удароопасности и устанавливаются мероприятия по снижению удароопасности для конкретных участков месторождений.

На каждом таком месторождении должна быть организована комиссия под председательством главного инженера и создана специальная служба прогноза горных ударов, которая разрабатывает комплекс мер по борьбе с горными ударами в перспективных и ежегодных планах развития горных работ.

На каждом месторождении должно быть сделано геодинамическое районирование и при ведении горных работ должны соблюдаться следующие принципы:

а) вскрытие месторождений, подготовку и обработку рудных тел (залежей) производить при минимальной изрезанности рудного массива, обеспечивая планомерное извлечение запасов без образования участков, целиков с концентрацией напряжений, способных вызвать горный удар;

б) выбор мест расположения стволов шахт, горизонтов и выработок околоствольного комплекса осуществлять в неудароопасных или наименее опасных породах;

в) преимущественное проведение горных выработок в направлении наибольшего из напряжений, действующих в массиве горных пород;

г) ведение горных работ без оставления жестких целиков преимущественно расходящихся фронтами очистной выемки или с отработкой одним фронтом;

д) осуществление мер разгрузки массива от повышенных концентраций напряжения с использованием опережающей надработки или подработки массива, методов локальной разгрузки (разбуривание шпурами или скважинами, камуфлетное взрывание и т.д.), придание искусственной податливости конструкций, формируемой закладкой с заданными свойствами.

---

---

## Глава 11

# ЗАЩИТА ОТ ЗАТОПЛЕНИЯ ВЫРАБОТОК ВОДОЙ

---

### Источники и причины затопления выработок

Причиной затопления выработок является установление гидродинамической связи коллекторов жидкости (воды, пульпы и др.) с действующими горными выработками, приводящей к интенсивному проникновению жидкости в последние.

Источниками поступления воды в выработки являются обводненные зоны и затопленные выработки, пройденные по тому же пласту и удаленные не более чем на 200 м, а также выработки, расположенные в пластах, которые залегают над и под действующими выработками, проведенными по естественным и искусственным нарушениям и пересекающим затопленные выработки. Источниками затопления выработок могут быть наземные водоемы и водостоки, незатампонированные геолого-разведочные и технические скважины. Существенные предпосылки к затоплению выработок возникают при разработке водоносных и обводненных месторождений, характеризующихся наличием пльвунов, водоносных карстов, галечников и других обводненных зон. При определенном рельефе земной поверхности и строении массива горных пород источником затопления выработок могут быть атмосферные осадки. Кроме того, как отмечалось ранее, одним из источников затопления выработок являются прорывы глины и пульпы, используемые в шахтах в качестве заилоочных материалов.

### Насосные камеры и водоотливные установки

Насосная камера соединяется с шахтным стволом наклонным ходком, который выводится в ствол на высоте не менее 7 м от уровня пола насосной камеры. Ходок должен иметь выход в лестничное отделение ствола. Для соединения насосной камеры с околоствольным двором служит ходок, который закрывается водонепроницаемой перемычкой с герметически закрывающейся дверью.

При затоплении околоствольного двора водой до уровня пола камеры герметическую дверь закрывают. В этом случае наклонный ходок служит для сообщения с камерой. Опасность, связанная с прорывом воды из колодцев, устраняется закрытием соответствующих перепускных клапанов или задвижек.

При проходке стволов промежуточные насосные камеры должны иметь выход в ствол шириной не менее 2,5 м и высотой 2,2 м. Вход в камеру должен закрываться решетчатым ограждением.

Главные водоотливные установки шахты и установки в капитальных уклонах с притоком воды более 50 м<sup>3</sup>/ч оборудуются не менее чем тремя насосными агрегатами. Производительность каждого агрегата или группы рабочих агрегатов, не считая резервных, должна обеспечивать откачку нормального суточного притока воды не более чем за 16 ч, а в действующих шахтах – за 20 ч. Главная водоотливная установка оборудуется не менее чем двумя водоотливными трубопроводами, из которых один является резервным. Трубопроводы закольцовываются и снабжаются задвижками, позволяющими переключать агрегаты на любой из трубопроводов.

### **Предупреждение прорыва воды из затопленных выработок и обводненных зон**

Горные работы на расстоянии менее 200 м от затопленных выработок, расположенных в пределах шахтного поля и вне его границ, допускаются только по специальному проекту, составляемому шахтой и утверждаемому главным инженером комбината. В проекте предусматриваются мероприятия по предотвращению прорыва воды и вредных газов в действующие выработки. Основные из этих мероприятий заключаются в следующем.

Если контуры затопленных выработок ко времени остановки последних нанесены на планы горных работ по данным маркшейдерских съемок, то между затопленными и действующими выработками, расположенными в одном и том же пласте, оставляют барьерные целики.

Ширина барьерных целиков для пластов мощностью до 3,5 м с углом падения до 30° определяется по формуле

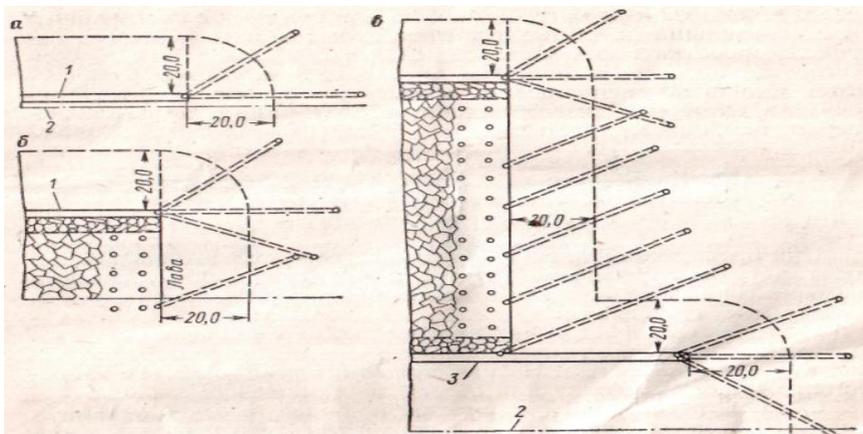
$$d = 5m + 0,05H + 0,002i,$$

где  $d$  – ширина целика, м;  $m$  – вынимаемая мощность пласта, м;  $H$  – расстояние по вертикали от земной поверхности до барьерного целика м;  $i$  – суммарная протяженность подземных теодолитных ходов (считая от начальных маркшейдерских точек), используемых для определения контура затопленных выработок и построения границ барьерного целика, м.

Ширина целика должна быть не менее 20 м.

Для пластов мощностью более 3,5 м и с углом падения более 30° барьерные целики, как правило, не оставляют и производят спуск и откачку воды.

Если контуры затопленных выработок определены приближенно (недостаточно точно), то устанавливается граница безопасного ведения работ на расстоянии от контура затопленных выработок, превышающем ширину барьерного целика, рассчитанного для данных горно-геологических условий.



**Рис. 11.1.** Расположение опережающих скважин:  
 а – первый вариант; б – второй вариант; в – третий вариант; 1 – вентиляционный штрек; 2 – горизонт безопасного ведения горных работ; 3 – откаточный штрек

При необходимости ведения очистных работ без оконтуривания участка очистной выемки производится бурение опережающих скважин из забоя длиной не менее ширины расчетного барьерного целика (рис. 11.1).

Выработки (скважины) проводятся с соблюдением порядка. Очистные работы в пласте, залегающем под затопленными выработками, допускаются при расстоянии по нормали от этих выработок до пласта не менее  $40/m$ , где  $m$  – вынимаемая мощность пласта.

Очистные работы в вышележащем пласте, проводимые ниже уровня воды в затопленных выработках нижележащего пласта, допускаются при расстоянии между пластами по нормали, как правило, не менее  $40 m$ , где  $m$  – вынимаемая мощность нижележащего пласта.

На пластах, где по этим условиям не допускается подработка затопленных выработок, оставляются предохранительные целики.

При разработке одних и тех же пластов смежными шахтами между ними, как правило, оставляются предохранительные целики.

При разработке водоносных и обводненных месторождений (при наличии пльвунов, карстов, галечников, горельников) наиболее эффективным методом борьбы с прорывами воды является предварительное осушение и дренаж вмещающих водоносных пород. Разработка таких месторождений и проведение по ним подготовительных, разведочных и дренажных выработок разрешаются только по специальному проекту, утвержденному техническим директором производственного объединения (главным инженером комбината, треста).

## **Проведение выработок за пределами границы безопасного ведения работ для спуска воды и оборудование водоспуска**

При проведении для спуска воды подготовительных выработок по пласту или породе на участке между границей безопасного ведения горных работ и затопленными выработками соблюдаются следующие требования:

а) выработки проводятся узкими забоями с бурением системы опережающих всерных скважин длиной не меньше ширины расчетного барьерного целика. На наклонных и крутых пластах проводятся парные выработки для обеспечения запасного выхода;

б) диаметр скважин принимается не более 75 мм, а устья их закрепляются и оборудуются задвижками для регулирования притока воды.

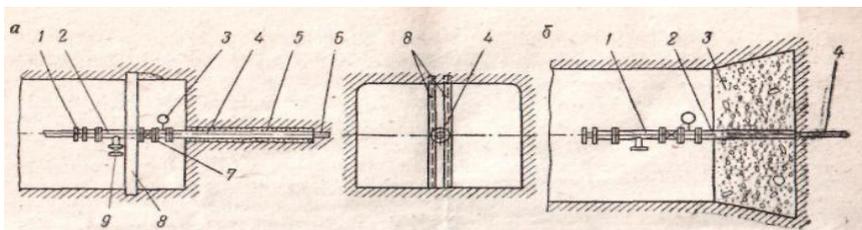
При незначительных давлениях и количествах вода может быть постепенно спущена через скважины с регулированием величины притока задвижками. Для отвода больших количеств воды при большом ее давлении оборудуется водоспускная скважина.

В крепких нетрещиноватых и плотных горных породах бурение водоспускных скважин производится без предварительного сооружения перемычек. В остальных случаях скважины бурят под прикрытием клинчатых бетонных водонепроницаемых перемычек. При этом перемычка, расположенная в удалении от забоя выработки, оборудуется герметическими дверями, открывающимися в сторону ожидаемого потока воды, а перемычка, расположенная непосредственно в забое выработки, устраивается глухой.

До бурения водоспускной скважины в крепких нетрещиноватых породах предварительно бурят скважину для заделки кондуктора (водоспускной трубки) диаметром 150–200 мм. Затем производят его установку в скважине и заделку цементным раствором. После затвердения цементного раствора на кондукторе устанавливают запорный (трехходовой) кран и сальник (рис. 11.2). При устройстве глухой бетонной перемычки в породах средней и ниже средней крепости заделку кондуктора в перемычку производят при ее сооружении (рис. 11.2).

При больших гидростатических давлениях кондуктор дополнительно укрепляют стальными плитами на анкерных болтах, заделываемых с помощью цементного раствора в бетонной перемычке.

После окончания заделки кондукторов в горные породы или после окончания сооружения бетонных перемычек через запорную аппаратуру бурят водоспускную скважину диаметром не более 75 мм. При пересечении буровой скважиной затопленных выработок бурение прекращают, производят замеры притока воды, поступающей из скважины, и регулирование его с



**Рис. 11.2.** Схема оборудования водоспускных скважин

а – при бурении в крепких породах: 1 – сальник, 2 – превентор, 3 – манометр, 4 – кондуктор(водоспускная трубка), 5 – заделка водоспускной трубки, цементным раствором, 6 – водоспускная скважина, 7 – запорный кран, 8 – упорные балки из швеллера № 2630, 9 – отводной патрубком с краном; б – при бурении в породах средней и нижесредней крепости: 1 – запорная арматура водоспускной скважины при бурении, 2 – водоспускная трубка, 3 – водонепроницаемая перегородка, 4 – водоспускная скважина

помощью кранов в соответствии с производительностью водоотливной установки. После этого на скважине взамен сальника устанавливают гаситель скорости, из которого вода отводится в водоотливные или дренажные каналы.

### **Предотвращение прорывов воды в шахту при проходке стволов, из наземных водоемов, водотоков и геолого-разведочных и технических скважин**

Прогрессивными методами уменьшения притоков воды при проходке стволов шахт являются замораживание и тампонаж обводненных пород с поверхности через специально пробуренные скважины. По сравнению с методом цементации из забоя тампонаж с поверхности имеет явное преимущество с точки зрения безопасности работ.

Для предотвращения внезапных прорывов воды из наземных водоемов и водотоков в горные выработки в зависимости от характера этих водоемов (ручьи, реки, пруды, озера, водохранилища и др.) и ценности их для окружающей природы и народного хозяйства применяются следующие мероприятия: 1) оставление под водоемами предохранительных целиков полезного ископаемого; 2) отвод воды из водоемов за пределы подрабатываемой территории; 3) производство горных работ под водоемами с проведением специальных мероприятий по предупреждению внезапных прорывов воды в них.

Возможность выемки угля под наземными водоемами и водотоками определяется в соответствии с правилами и указаниями по охране сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных горных

разработок по данному бассейну или месторождению, а также "Инструкцией о порядке утверждения мероприятий по охране сооружений и природных объектов от вредного влияния горных разработок и о порядке ведения горных работ в предохранительных целиках".

Провалы на земной поверхности в балках, оврагах и т.п., образовавшиеся вследствие горных разработок, засыпаются глиной, утрамбовываются и оборудуются желобами (сплотками), проложенными по руслу балки, оврага.

Пробуренные с поверхности геолого-разведочные и технические скважины тампонируют. Обычный тампонаж осуществляют заполнением скважин густым глинистым раствором или с добавлением к нему щебня. Специальный тампонаж заключается в установке в скважине бетонных, цементных или деревянных пробок и заполнении промежутков между пробками цементным, глинистым, известняковым или другими растворами.

У незатампонированных или некачественно затампонированных буровых скважин, пересекающих затопленные выработки или обводненные породы, предусматриваются барьерные целики во всех пластах, пересеченных скважиной, а также в пластах, залегающих от ее забоя на расстоянии по нормали менее 40m (где m – вынимаемая мощность пласта).

Границы барьерных целиков строят в плоскости пласта в виде окружности. Радиус окружности принимают равным ширине барьерного целика.

### **Предупреждение прорывов глины в выработки**

При разработке мощных крутых пластов угля системами с обрушением кровли на земной поверхности образуются провалы, которые с целью ликвидации прососов воздуха в шахту засыпают глинистым грунтом. Под действием грунтовых вод и атмосферных осадков этот грунт и наносы увлажняются и переходят в состояние, близкое к пластическому. Увлажнению глинистых грунтов в выработанном пространстве и дополнительному скоплению пластичной глины в нем способствуют заилочные работы.

Наибольшее число прорывов глины происходит на шахтах Кузбасса, причем 90% их зарегистрировано в Прокопьевско-Киселевском районе бассейна, где на мощных крутых пластах широко применяется щитовая система разработки с обрушением. Отработка нижележащих горизонтов на этих шахтах в случае скопления в выработанном пространстве над ними увлажненной глины может привести к аварии вследствие выдавливания глины в действующие горные выработки.

Отнесение вновь подготавливаемых участков к опасным по прорывам глины производится главным инженером шахты. Разработка этих участков, подработка их нижележащими пластами, а также принятие мер предотвра-

шения прорывов глины допускаются по специальному проекту, утвержденному главным инженером шахты.

На нижележащем горизонте обязательно применение системы разработки с закладкой. До внедрения разработки с закладкой обеспечение безопасности может быть достигнуто созданием над щитом предохранительной породугольной подушки. Подушка, хотя и не исключает перепуск глины из вышележащего отработанного горизонта, но значительно задерживает перепуск ее во времени и пространстве. Благодаря этому достигается безопасность работ на действующем горизонте.

Породугольные подушки создаются путем принудительного обрушения кровли массовыми взрывами. Опыт показал, что наиболее эффективно и безопасно применение массовых взрывов методом скважинных, а не камерных зарядов.

Бурение скважин осуществляется из специальной камеры, пройденной с вентиляционного (минусового) штрека вкрест простирания пород, сечением 5-7 м<sup>2</sup> и длиной до 5-7 м. Скважины диаметром 110-150 мм бурятся веерообразно параллельно угольному пласту на глубину, соответствующую длине щитового перекрытия.

Для предупреждения взрыва газа или пыли применяются предохранительные ВВ и электродетонаторы, а в качестве забойки используется вода. Взрывание зарядов короткозамедленное. Оно значительно снижает сейсмическое действие взрыва, что важно с точки зрения сохранности выработок и щитового перекрытия. В момент взрывания и после его проведения осуществляется деятельное проветривание выработок минусового горизонта.

КуЗНИУИ проводил исследование возможности применения в целях предупреждения прорывов глины на опасных участках комбинированной системы разработки с гибким металлическим перекрытием (подэтажными штреками по простиранию). Исследования дали положительные результаты. При этой системе происходит накопление и уплотнение обрушенных пород, препятствующих обрушению межэтажного целика и прорыву глины из отработанных вышележащих горизонтов в действующие горные выработки. Таким образом, указанная система может быть рекомендована к применению как вариант способа предупреждения прорыва глины при разработке мощных крутых пластов с обрушением кровли.

### **Предупреждение прорывов глины, пульпы и воды при заиливании выработанного пространства**

По характеру заиливания выработанного пространства различают полное и частичное заиливание. Основное распространение получило частич-

ное заиливание. При частичном заиливании в выработанном пространстве скапливаются значительные объемы глины, которые могут прорываться в действующие выработки.

Различают также наземный и подземный способы заиливания. При наземном способе подача пульпы в выработанное пространство осуществляется с поверхности по трещинам и провалам и по скважинам, пробуренным в выработанное пространство с поверхности. При подземном способе пульпа, приготовленная на поверхности, подается по групповым скважинам или специальным трубопроводам в шахту, а затем по трубопроводам и скважинам, пробуренным из подземных выработок, в места заиливания.

По сравнению с подземным способом заиливания наземный имеет тот недостаток, что подача пульпы через провалы и трещины способствует дополнительному скоплению пластичной глины, а при подаче через скважины неравномерно заиливаются намеченные зоны выработанного пространства.

В результате создаются условия для прорыва глины в действующие выработки. Поэтому отдается предпочтение подземному способу. В последнее время применяется комбинированный способ заиливания.

Перед подачей пульпы в выработанное пространство участка его ограждают от действующих выработок путем возведения перемычек. В перемычках устанавливают трубки для водоулавливания (дренажа), замера температуры и набора проб воздуха из изолируемого пространства.

Пульпу подают на участок по скважинам в течение 4-5 дней. После того как пульпа отстоится, производят выпуск осветленной воды через дренажные трубки перемычек. Процесс отстоя и выпуска воды периодически чередуется с процессом подачи новой порции пульпы до тех пор, пока не произойдет заиливания в рассчитанном объеме. Осветленные воды выпускают до тех пор, пока вынос твердого остатка с водой не начнет превышать установленной опытным путем нормы.

Если процесс осветления нарушается, то сокращается до минимума количество твердого осадка и создается опасность прорыва пульпы в действующие выработки через трещины или вследствие разрушения перемычки.

Для повышения эффекта осветления воды устанавливаются дополнительные фильтрующие перемычки. Фильтрующая перемычка представляет собой две тесовые перемычки, между которыми засыпается просеянный шлак. Тесовые перемычки устраиваются вразбежку и обшиваются металлической сеткой. Фильтрующая перемычка не доводится до кровли на 0,5 м для слива воды в случае ее скопления.

## **Предупреждение прорывов воды, рассосов и газов на рудниках**

Разработка водоносных и обводненных месторождений (пльвуны, водоносные карсты и пр.) должна вестись по специальному проекту, утвержденному в установленном порядке.

На шахтах, где имеются затопленные выработки или другие водные (обводненные) объекты, а также выработки, в которых возможны скопления ядовитых и горючих газов, должны быть определены и нанесены на маркшейдерскую документацию границы опасных зон по прорывам воды и газов.

Все работы в пределах опасных зон должны вестись по отдельному проекту, предусматривающему все необходимые меры по защите от прорывов воды и газов, согласованному с территориальным органом Ростехнадзора России и утвержденному техническим руководителем организации.

Горные работы в пределах барьерного целика или предохранительного целика под водоемом должны производиться только после спуска воды из затопленных выработок или отвода ее из водоемов, расположенных на поверхности, за пределы месторождения.

Если в выработках в пределах границ опасных зон появляются признаки прорыва воды и газа, необходимо немедленно остановить работы и вывести людей из всех выработок опасной зоны.

Одновременно должен быть организован экспресс-анализ состава воздуха не реже 3 раз в смену и отбор проб воздуха на химический анализ не реже 2 раз в месяц.

Все буровые скважины, за исключением наблюдательных, и скважины, пересекающие водоносные горизонты, должны быть затампонированы.

Организация, проводящая буровые работы, обязана составлять геологический отчет, в котором должна отражать на топографических планах и в каталогах координат местоположение устьев, забоев и пересечений залежей и выработок всеми буровыми скважинами. Один экземпляр геологического отчета подлежит хранению в организации (на предприятии), которая обязана сообщать шахтам все относящиеся к ним геолого-разведочные данные.

При строительстве и эксплуатации шахт в условиях опасности прорыва воды, пльвунов или пульпы в действующие горные выработки околоствольные двory и главные водоотливные установки должны ограждаться от остальных выработок шахты водонепроницаемыми перемычками, рассчитанными на максимально возможное давление воды, пльвунов или пульпы (за исключением калийных и соляных рудников).

Зоны обрушений, провалы земной поверхности и открытые трещины, образовавшиеся под влиянием горных разработок, должны быть ограждены

водоотводящими канавами, обеспечивающими отвод ливневых и паводковых вод и предупреждающими проникновение их в горные выработки.

Подработка рек и других водоемов должна производиться в соответствии с правилами и указаниями по охране сооружений от вредного влияния горных выработок по данному бассейну или месторождению.

При откачке воды из затопленных вертикальных и наклонных выработок должно быть проверено состояние атмосферы в непроветриваемой части этих выработок выше зеркала воды. Пробы воздуха, отобранные работниками ВГСЧ, должны быть исследованы на  $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{O}_2$  и  $\text{H}_2$ .

Главные и участковые водоотливные установки должны иметь водосборники, состоящие из двух выработок и более.

Для строящихся и реконструируемых шахт и новых горизонтов емкость водосборников главного водоотлива должна быть рассчитана не менее чем на 4-часовой нормальный приток, а участковых – на 2-часовой приток.

Водосборники водоотливных установок дренажных шахт должны рассчитываться на 2-часовой приток.

Главные водоотливные установки шахты с притоком воды более  $50 \text{ м}^3/\text{ч}$  должны быть оборудованы не менее чем тремя насосными агрегатами. Для шахт с притоком воды, превышающим производительность одного насосного агрегата, число резервных и ремонтных агрегатов принимается в соответствии с данными, приведенными в табл. 11.1.

Таблица 11.1

Общее число насосных агрегатов	В том числе		
	В работе	В резерве	В ремонте
4	2	1	1
5	3	1	1
7	4	2	1
8	5	2	1
9	6	2	1
11	7	3	1

Производительность рабочих насосов водоотливных установок должна обеспечивать откачку нормального суточного притока не более чем за 20 часов. При проходке стволов количество насосов и их производительность определяются проектом.

Главная водоотливная установка должна быть оборудована не менее чем двумя водоотливными трубопроводами, из которых один является резервным.

Рабочие трубопроводы должны быть рассчитаны на полную производительность насосной установки.

---

---

## Глава 12 ШАХТНЫЕ ПОЖАРЫ

---

### Процесс горения

**Горение** – это химическая реакция окисления, сопровождающаяся выделением теплоты и света. Для возникновения горения требуется наличие трех факторов: горючего вещества, окислителя (обычно кислорода воздуха) и источника загорания (импульса). Окислителем может быть не только кислород, но и хлор, фтор, бром, йод, окислы азота и т.д.

**Процесс возникновения горения подразделяется на несколько видов:**

✓ *Вспышка* – быстрое сгорание горючей смеси, не сопровождающееся образованием сжатых газов.

✓ *Возгорание* – возникновение горения под воздействием источника зажигания.

✓ *Воспламенение* – возгорание, сопровождающееся появлением пламени.

✓ *Самовозгорание* – явление резкого увеличения скорости экзотермических реакций, приводящее к возникновению горения вещества (материала, смеси) при отсутствии источника зажигания.

✓ *Самовоспламенение* – самовозгорание, сопровождающееся появлением пламени.

✓ *Взрыв* – чрезвычайно быстрое химическое (взрывчатое) превращение, сопровождающееся выделением энергии и образованием сжатых газов, способных производить механическую работу.

Возникновение горения веществ и материалов при воздействии тепловых импульсов с температурой выше температуры воспламенения характеризуется как *возгорание*, а возникновение горения при температурах ниже температуры самовоспламенения относится к процессу *самовозгорания*.

### Причины и механизм возникновения шахтных пожаров

Пожары в поверхностных комплексах. Причины возникновения пожаров в поверхностных комплексах весьма разнообразны, и это затрудняет их профилактику.

К наиболее часто повторяющимся причинам возникновения пожаров относятся неправильное ведение огневых и сварочных работ, нарушение правил эксплуатации отопительных печей и устройств (включая электрические), электрических сетей и электрооборудования, самовозгорание угля и руд, разряды статического (в том числе атмосферного) электричества, взрывы пылегазовоздушных смесей и паров (в том числе компрессорных), искрообразование и перегрев при трении, особенно при работе ленточных конвейеров, подшипников, редукторов и канатов.

Пожары в горных выработках. Причинами экзогенных пожаров чаще всего являются:

- неисправные электрооборудование и кабельные сети;
- взрывные работы, последствия выгорания ВВ из-за неправильного заряжания скважин и шпуров, использования нестандартных ВВ и применения накладных зарядов;
- сварочные работы при нарушении правил их ведения;
- трение канатов о дерево (шпалы, крепь и т.д.) и полезное ископаемое, конвейерной ленты о невращающиеся роликоопоры и пробуксовывающие барабаны, трение в неисправных и несмазанных подшипниках и редукторах;
- загорание метана в очаге самовозгорания, возникшего в глубине выработанного пространства, и передача пламени в горную выработку;
- трение зубков рабочих выемочных органов проходческих и добывающих машин об уголь, породу и особенно о твердые включения, чаще всего являющиеся сульфидами (прослоями колчедана).

Наибольшее число экзогенных пожаров в угольных шахтах возникает от токов короткого замыкания в кабелях (50-60%) и неисправности электрооборудования (18-20%).

При производстве взрывных работ по углю и серной руде даже при соблюдении паспортных параметров возможны загорания метана, пыли, мелких кусочков угля и серы под действием теплового импульса взрыва, особенно при прорыве в призабойное пространство раскаленных газов и горящего ВВ по трещинам естественного происхождения в массиве или возникших при ведении горных работ.

Широкое применение ленточных конвейеров на шахтах повлекло за собой увеличение числа подземных пожаров от трения ленты о невращающиеся роликоопоры, пробуксовывающие барабаны и элементы конструкций и крепи. Опасность этих пожаров велика в связи с "растаскиванием" его при движении ленты со скоростью 1,8-3,2 м/с и более. В последние годы обычная лента заменяется на трудновоспламеняющуюся.

Газоэлектросварочные работы обычно выполняют на свежей струе в выработках, по которым подают воздух по специальным требованиям.

Ряд крупных пожаров, на ликвидацию которых затрачивают значительные силы и средства, независимо от перечисленных первопричин развивается прежде всего из-за отсутствия в местах их возникновения средств пожаротушения, а также вследствие неподготовленности персонала шахт.

Причинами эндогенных пожаров являются:

- наличие материала, способного окисляться (скопление раздробленного угля, руды и угольного сланца);
- приток кислорода к окисляющейся поверхности частиц скопления;
- затрудненный отток тепла из очага самонагрева;
- сохранение в течение определенного времени указанных ранее трех условий для прохождения низко- и среднетемпературного окисления материала и перехода процесса в фазу возгорания.

Окисляющийся материал на отработанных площадях – это потери угля, сланца и руды, которые складываются главным образом из полезного ископаемого в охранных, барьерных, аварийных и других целиках, не вынимаемых вследствие некондиционности пачек, из-за рассеивания по площади и технологических потерь.

К потерям возгорающихся углей, сланцев и руд добавляются сопутствующие материалы, например, древесина. Она не самонагревается, но раньше других материалов загорается в очаге самонагрева угля, находящемся в выработанном пространстве. Практика показала, что имеет значение не только величина потерь, но и то, как эти потери расположены в скоплениях. Наиболее опасны сосредоточенные по мощности потери полезного ископаемого, имеющие доступ воздуха.

Существенную пожароопасность представляют целики, оставляемые вынужденно в зонах тектонических нарушений и при авариях во время ведения горных работ.

Наиболее пожароопасны межэтажные целики, так как они являются концентрированными скоплениями, через которые в течение длительного времени просачивается воздух вследствие межэтажной депрессии. Возможны условия, при которых даже сравнительно небольшие скопления самовозгорающихся руд или угля становятся весьма пожароопасными. Такими условиями являются наличие скоплений мелкораздробленных руд или угля в рудоспусках и углеспускных печах, достаточного притока воздуха к скоплению и большой окисляющейся поверхности.

Механизм самовозгорания. Основное условие самовозгорания – способность материала к окислению.

Механизм самовозгорания угля и руд имеет сходные черты и некоторые особенности.

При соприкосновении кислорода воздуха с углем при низких температурах (до 50-100°C) кислород активно сорбируется (поглощается) поверхностью угля. В сорбции участвует не только внешняя поверхность куска угля, но также внутренние поверхности пор и трещин, в которые имеется доступ. При сорбции 1 мл кислорода на поверхности угля выделяется 280,73 кДж на 1 моль кислорода. Склонность углей к самовозгоранию различна. Основная закономерность состоит в том, что с увеличением степени метаморфизма углей их склонность к самовозгоранию уменьшается, что связано с уплотнением молекулярной структуры и снижением их химической активности.

При низких температурах (ниже 50-100°C) окисление угля идет медленно, поэтому в большинстве случаев образующееся тепло успевает рассеяться, и процесс можно считать изотермическим.

Самонагревание при низких температурах возможно только при наличии условий, затрудняющих теплоотдачу в среду, что имеет место, например, в больших скоплениях угля.

Медленное поглощение кислорода обуславливает выравнивание его концентрации в газовой среде вплоть до поверхности угля.

Только в том случае, если газ соприкасается с углем длительное время, концентрация кислорода в газовой среде может уменьшиться. Это явление наблюдают в изолированных или очень больших скоплениях угля при слабом притоке воздуха. Очевидно, что в этом случае необходимо учитывать движение воздуха, так как от него зависит приток кислорода. Если при этом происходит еще и самонагревание, то возможность притока воздуха приобретает основное значение.

Внутри куска угля кислород реагирует с веществом угля значительно быстрее, чем осуществляется приток кислорода к реагирующей поверхности. Поэтому именно приток кислорода в трещинах и порах управляет скоростью окисления угля, и это является главным определяющим элементом процесса.

Для низкотемпературного окисления характерна его зависимость от рода угля, химической природы, структуры и главным образом его газопроницаемости.

Механизм процесса можно представить следующим образом.

Кислород из газовой среды притекает к поверхности угля преимущественно по трещинам. На этом пути он поглощается стенками трещин и через образовавшийся слой "оксиугля" (слой продуктов окисления) достигает вещества угля. Здесь он реагирует с отдельными атомными группами, входящими в состав вещества угля, образуя содержащие кислород атомные группы. Они медленно отщепляются и перегруппировываются в молекулы продуктов окисления ( $H_2O$ ,  $CO_2$  и др.).

При низких температурах это отщепление происходит значительно медленнее, чем присоединение кислорода. Вследствие этого слой "оксиугля" на реагирующей поверхности угля утолщается и его сопротивление притоку кислорода увеличивается, поэтому окисление со временем замедляется.

Типичная форма низкотемпературного окисления сохраняется до температуры 100-150°C. Выше некоторой температуры, различной для разных углей, скорость окисления начинает увеличиваться. Это объясняется главным образом распадом слоя "оксиугля" на реагирующем веществе угля, а также ускорением химической реакции под действием температуры.

Сульфидные руды сорбируют кислород в присутствии воды. При увлажнении скопления раздробленной сульфидной руды удельная скорость поглощения кислорода многократно возрастает. Практика и прямые измерения скорости сорбции кислорода показали, что наиболее склонны к возгоранию руды, существенную часть которых составляют пирит и марказит. Весьма инертны при окислении галенит и сфалерит. Все сульфидные руды по содержанию серы в пересчете на массовые доли можно разделить на три группы: неопасные, с содержанием серы менее 12%, малоопасные, с содержанием серы 12-30%, и опасные, с содержанием серы более 30%.

Однако не менее важна природная и технологическая нарушенность, раздробленность руды. Нарастание скорости сорбции кислорода отстает от увеличения поверхности зерен, что говорит об участии в сорбции поверхности пор и трещин. Весьма важен фактор времени. В отличие от углей в сульфидах вначале снижается скорость сорбции, а затем может повыситься при неизменных внешних условиях.

С ростом температуры скорость сорбции кислорода нарастает (например, для Дегтярского месторождения от 0,00016 мл/(г·ч) при 0°C до 0,0012 мл/(г·ч) при 25°C и 0,0065 мл/(г·ч) при 50°C).

При окислении сульфидов не образуется хорошо выраженный окислой, как при окислении угля. Хотя слой продуктов окисления на поверхности и нарастает, но он имеет рыхлую структуру вследствие гидратации продуктов окисления, осложненной растворением.

Большое значение для возникновения эндогенного пожара имеют геолого-горнотехнические факторы.

### **Геологические и горнотехнические факторы пожароопасности**

Условия самовозгорания создаются при ведении горных работ благодаря притоку воздуха к скоплениям разрыхленных пород, склонных к возгоранию.

Степень пожароопасности определяется геологическими особенностями месторождения, способами и скоростью ведения горных работ. Относитель-

ную пожароопасность залежи или пласта можно оценить по числу пожаров, приходящихся на 1 млн т добычи при одинаковых системах разработки. Аналогично оценивают пожароопасность систем разработки при применении их в различных геологических условиях. Иногда оценивают пожароопасность по времени возникновения пожара от начала работ на участке.

Важнейшими геологическими факторами пожароопасности являются:

- мощность пласта или рудного тела;
- сближенность пластов или рудных залежей;
- угол залегания;
- тектоническая нарушенность;
- характер вмещающих пород;
- глубина залегания;
- петрографический, химический состав пласта или рудного тела.

Чем больше мощность пласта или рудного тела, тем выше пожароопасность. Это обусловлено тем, что нарушения продуктивной толщи увеличиваются с ростом ее мощности. Кроме того, с увеличением мощности растут потери по площади и потери в целиках, разрушающихся под действием горного давления и представляющих собой скопления высокопроницаемого материала.

На мощные пласты месторождений Челябинского и Карагандинского бассейнов и Прокопьевско-Киселевского месторождения Кузбасса приходится около 85-90% всех эндогенных пожаров, на пласты средней мощности – 10-15% и на тонкие пласты – 0-2%.

С увеличением угла падения рудного тела или пласта увеличивается вертикальная мощность залежи, а также тепловая депрессия вентиляционной струи. При этом осуществление пневмогидроизоляции отработанных площадей залежи связано со значительными трудностями. При прочих равных условиях крутые угольные пласты имеют в 3-3,5 раза больше очагов самовозгорания (Челябинский и Кузнецкий бассейны). Практически при углах падения менее 200 и мощности менее 3 м месторождение можно считать малоопасным по самовозгоранию.

После отработки сближенных пластов возникают значительные нарушения в боковых породах и провалы на поверхности. Эти явления аналогичны последствиям при отработке одиночного пласта большой мощности. Чем больше угол падения пластов, тем большее значение имеет их сближенность.

Связь тектонических нарушений с пожароопасностью обусловлена высокой проницаемостью пород и трудностью выемки полезного ископаемого из нарушенных зон, вследствие чего увеличиваются возможность аварий при ведении горных работ и потери ископаемого в выработанных простран-

ствах. В Донецком бассейне больше половины эндогенных пожаров зарождается в целиках, оставляемых в местах тектонических нарушений.

Нарушенные вмещающие породы легче обрушаются в выработанных пространствах и разрушают целики. В тектонических нарушениях и вблизи них каменные угли часто обладают повышенной химической активностью. Это объясняется раскрытием в них микропор из-за разгрузки от горного давления.

Крепкие боковые породы оседают в выработанном пространстве большими глыбами, между которыми остаются каналы для проникновения воздуха. Вследствие запаздывающего обрушения кровли предохранительные целики разрушаются. Некрепкая кровля легко обрушается и плотно заполняет выработанное пространство, особенно если породы кровли распадаются при смачивании водой. Таким образом, характер вмещающих пород влияет на разрушение целиков и плотность заполнения выработанного пространства.

Проницаемость вмещающих пород также имеет большое значение. Наиболее проницаемы трещиноватые каменные горные породы. На верхних горизонтах обычно все метаморфизованные породы обладают значительной трещиноватостью, вследствие чего перемычки плохо изолируют выработанные пространства. Высокой проницаемостью обладают горельники, т.е. породы в зонах выгорания угольных пластов. Почти непроницаемы глинистые породы, находящиеся в увлажненном состоянии.

Прослои угольных пород по химической активности подобны углям. При оставлении их в выработанном пространстве увеличиваются скопления горючего материала и, следовательно, пожароопасность. В отдельных случаях отмечена повышенная склонность к самовозгоранию углистых сланцев в угольных месторождениях.

При разработке рудных месторождений, в которых добываемая руда не способна самовозгораться, большие осложнения могут быть связаны с наличием углистых пород. Аналогичную роль может играть и пирит в сульфидных месторождениях.

Вблизи земной поверхности, иногда до глубины 50 м, горные породы, а также целики угля и руды обладают пониженной устойчивостью. В связи с этим увеличивается пожароопасность, так как в результате ведения горных работ интенсивнее развиваются нарушения, которые облегчают приток воздуха. Целики быстро разрушаются и перестают выполнять свое назначение. В надштрековых целиках образуются куполообразные обрушения.

Сульфидные руды в зоне выветривания приобретают повышенную химическую активность вследствие образования вторичных сульфидов железа.

Главными горнотехническими факторами пожароопасности являются: способы вскрытия шахтного поля и подготовки выемочных полей и блоков, система ведения очистных работ, система и режим вентиляции.

Во время вскрытия и подготовки выемочных полей благоприятные условия создаются при проведении капитальных выработок по вмещающим породам, отработке шахтного поля и участков обратным ходом, отработке пластов с разделением на изолированные выемочные участки, проведении групповых штреков и других подготовительных выработок по породам и быстрой отработке изолируемого блока.

Так как очаги самовозгорания зарождаются преимущественно в выработанных пространствах (реже в целиках), на их образование существенное влияние оказывают системы ведения очистных работ.

Системы разработки отличаются по характеру скоплений окисляющихся горных пород в выработанном пространстве, которые образуются в результате их применения, а также по структуре выработанных пространств и возможности использования профилактических мероприятий. Большое значение имеют степень нарушений в горном массиве, а также наличие условий для притока воздуха в скопления окисляющихся горных пород. Эти скопления слагаются из потерь полезного ископаемого и сопутствующих пород.

Величина и форма скопления окисляющихся горных пород определяют прежде всего условия накопления тепла. Большое значение при этом имеют расположение этих скоплений относительно путей движения воздуха, а также степень измельчения, разрыхленности, разубоженности неокисляющимися материалами, присутствие крепежной древесины.

Сопутствующие породы, которые остаются в выработанном пространстве в измельченном состоянии, могут иметь не меньшую склонность к самовозгоранию, чем добываемая руда или уголь.

Наиболее пожароопасны межэтажные и межблоковые целики, так как они представляют собой более концентрированные скопления, через которые длительное время и интенсивно просачивается воздух.

Закладка предохраняет от разрушения межэтажные целики.

Закладочному массиву свойственна усадка, поэтому с его помощью не устраняется оседание боковых пород, но уменьшается его интенсивность. Оседание боковых пород происходит частично даже тогда, когда коэффициент заполнения выработанного пространства близок к единице. Пожарные очаги возникают преимущественно над межэтажными целиками в выработанном пространстве.

При наличии определенных условий даже сравнительно небольшие скопления могут становиться пожароопасными. Это относится прежде всего к спускным печам вследствие особо благоприятных условий притока к ним

воздуха. Приток воздуха осуществляется при наличии проницаемой горной породы и разности газовых давлений. Проницаемость пропорциональна квадрату площади поперечного сечения каналов в материале.

Самовозгорание происходит не сразу после соприкосновения окисляющегося материала с воздухом, требуется некоторое время, в течение которого образовавшееся скопление материала как бы подготавливается к самовозгоранию. Этот промежуток времени называется инкубационным периодом.

Длительность его зависит от многих факторов. С горнотехнической точки зрения главным из них можно считать нарушения, возникающие в горном массиве вследствие выемки полезного ископаемого, так как они создают приток воздуха к окисляющимся породам.

В связи с этим сроки возникновения пожаров обычно отсчитывают с момента начала очистных работ. Если часть выработанного пространства подвергается изоляции, то срок необходимо отсчитывать от начала работ на второй, еще неизолированной, части участка.

Как показывает практика, большое значение имеет скорость ведения горных работ. С ее увеличением пожароопасность обычно уменьшается.

### **Профилактика пожаров от самовозгорания**

Профилактика пожаров от самовозгорания включает в себя как мероприятия по предупреждению самовозгорания, так и меры по ликвидации очагов самовозгорания в начальной стадии.

Все мероприятия по предупреждению, локализации и ликвидации очагов самовозгорания направлены на выполнение следующих условий:

- 1) устранение окисляющихся материалов;
- 2) предотвращение доступа кислорода к окисляющемуся материалу;
- 3) снижение химической активности, а именно окислительной способности самовозгорающегося материала;
- 4) охлаждение нагретой массы;
- 5) сокращение времени нахождения самовозгорающегося материала в соприкосновении с кислородом.

Все организационно-технические мероприятия можно разделить на общие горнотехнические и специальные. Общие горнотехнические мероприятия направлены на выполнение первого, второго и пятого условий, их рассматривают в технологических дисциплинах.

Специальные мероприятия проводят по особым проектам и, как правило, специализированными организациями. Специальные аварийные мероприятия осуществляются силами горноспасательных частей.

Специальные мероприятия направлены на выполнение второго, третьего, четвертого и иногда первого условий.

Общие горнотехнические мероприятия сводятся к быстрой и полной выемке полезного ископаемого, полевой подготовке по невозгорающимся породам, выполнении минимальных объемов подготовительных и нарезных работ, подготовке к выемке отдельных легкоизолируемых блоков с оставлением межблоковых целиков, сохраняющих несущую способность, выемке обратным ходом, изоляции выработанного пространства от действующего участка и снижению депрессии вентиляционных струй участков и общешахтной депрессии.

Охлаждение нагретых масс при всей простоте этого процесса в теории трудно выполнимо на практике. Для их охлаждения можно применять воздух и воду.

Использование воздуха иногда целесообразно в шахтах при нагреве неразрушенных целиков вокруг подготовительных выработок. В выработку с греющимися целиками увеличивают подачу холодного воздуха, что обеспечивает снижение температуры целиков и, следовательно, замедляет процесс окисления.

При охлаждении целиков должна быть полная уверенность в том, что пожар еще не развился. Применение воздуха для охлаждения во всех других случаях недопустимо, потому что при любом режиме подачи воздуха всегда существует возможность, при которой обеспечивается оптимальный режим разогревания, когда количество воздуха, вполне достаточное для обеспечения кислородом окисляющейся поверхности, недостаточно для выноса всего образующегося тепла. При этом режиме происходит быстрое нагревание и возгорание.

Использование воды возможно лишь при активном воздействии на очаг, т.е. как при обычном загорании.

Профилактическое применение воды, например, в виде затопления пожарного очага нежелательно по причине активизации процесса окисления после увлажнения и откачки воды.

Снижение механической активности достигается обработкой самовозгорающихся горных пород ингибиторами и антипирогенами через скважины путем нагнетания их растворов.

Ингибиторы – вещества, замедляющие процесс окисления горных пород. Для угольных пластов замедлителями (в 2-2,5 раза) являются 0,1-1% водные растворы бензосульфокислоты, триэтанолamina, гидрохинона и лимонной кислоты. Механизм замедления при окислении угля состоит в соединении замедлителя с радикалами окисляющего вещества с образованием стабильных продуктов и нового радикала замедлителя, взаимодействующего с

кислородом и другими свободными радикалами. Расход профилактического раствора составляет 20-40 л/т.

Антипирогены – вещества, снижающие поглощение кислорода горными породами посредством образования пленок на поверхности обнажения или за счет заполнения пор и трещин. Антипирогенами являются водные растворы жидкого стекла (2%), фенолформальдегидной смолы (5%), хлористого аммония (10%) и хлористого кальция (20%). Расход профилактического раствора составляет 40-50 л/т.

Профилактической обработке ингибиторами и антипирогенами подвергают главным образом межблоковые, междуэтажные, участковые барьерные целики, а также целики, оставляемые для предотвращения аварий. В случае высокой газоносности массив сначала дегазируют путем принудительного отсоса газа и удаления его, минуя атмосферу горных выработок.

Изоляция является одним из основных противопожарных мероприятий при подземной разработке самовозгорающихся углей и руд. Существуют два вида изоляции: изоляция выработанного пространства (или пожарного участка) от действующих выработок и изоляция очага от поверхности.

Первый способ осуществляют путем установки изолирующих перемычек в выработках.

Изоляция выработанных пространств от поверхности имеет значение там, где в результате разработки мощных пластов на поверхности образуются провалы и трещины, по которым происходит воздухообмен между выработанным пространством и поверхностью. В этих условиях помимо изоляции выработанного пространства от действующих выработок необходимо также изолировать его от поверхности путем обортовки и засыпки провалов и трещин. При этом необходимо иметь в виду, что засыпка провалов не ликвидирует полностью подсосы воздуха в шахту, в том числе и после того, как засыпанный материал уплотнится.

Кроме основных видов изоляции выработанных пространств, пожарных участков и возможных очагов самовозгорания известны и вспомогательные виды, например, изоляция с помощью подыливания перемычек, применяемая в тех случаях, когда возведение перемычек оказывается недостаточной мерой из-за трещиноватости целиков или окружающих пород, а также изоляция пожаров и целиков так называемыми "рубашками" из бетона, кирпичной кладки, торкрет-бетона, различных воздухонепроницаемых силикатных покрытий и пленок из синтетических материалов.

Наиболее эффективным средством является заиливание глинистым раствором выработок и целиков. Проникновение глинистого раствора в трещины создает надежную изоляцию выработанного пространства.

Изолирование возникшего пожара воздухонепроницаемыми перемычками приводит не только к снижению содержания кислорода в воздухе изолированных выработок, но и прекращению распространения пожара в соседние выработки. Вначале обычно устраивают временные перемычки, назначение которых сводится к сокращению зоны пожара или задержанию его распространения в период сооружения постоянных перемычек. После возведения перемычек изменяется состав шахтного воздуха в изолированном пожарном участке. Содержание кислорода в нем понижается, а углекислоты и оксида углерода увеличивается. В газовых шахтах повышается также и содержание метана. В газовых шахтах, где имеется опасность быстрого накопления метана до взрывчатой концентрации в промежутки времени, более короткий, чем требуется для снижения содержания кислорода ниже 12%, сначала устанавливают так называемые баррикадные перемычки, защищающие работающих от взрывов метана, а затем под их защитой – постоянные изолирующие перемычки. Комплекс, состоящий из баррикадной и изолирующей перемычек, называют взрывоустойчивой перемычкой.

При заполнении пустот выработанного пространства и горных выработок негорючим воздухонепроницаемым материалом, подаваемым в виде пульпы по скважинам, которые пробурены с поверхности или из подземных выработок, и по подземным пульповодам, происходит охлаждение очагов самонагрева и самовозгорания и изоляция их от доступа воздуха, вследствие чего замедляется и даже прекращается процесс окисления. Заилочным материалом обычно служат песчано-глинистые грунты наносов, залегающие на поверхности.

Консистенция пульпы, т.е. отношение объема (в массиве) размытого заилочного материала к объему воды, в летний период составляет 1:5 - 1:7, а в зимний – 1:12 - 1:15.

Нецелесообразно проливать весь этаж, необходимо обработать пульпой только нижнюю часть выработанного пространства для снижения прососов воздуха через разрушенные целики. Впервые при отработке мощных крутых пластов подобная схема заиливания была испытана в Кузбассе. Через полтора месяца после начала заилочных работ содержание кислорода в выработанном пространстве снизилось до 3,5%, а углекислого газа повысилось до 6,2%. С помощью контрольного бурения установили, что пустоты в скоплениях угля над откаточным штреком были плотно заполнены влажной глиной.

Заиливание осуществляют путем подачи пульпы снизу непосредственно за перемычки. Изучение геолого-технических факторов пожароопасности является чрезвычайно важным моментом, определяющим выбор способа разработки.

Наименее пожароопасна разработка с полной гидравлической закладкой выработанного пространства, при которой достигается большая плотность закладочного массива и хорошая изоляция выработанного пространства.

## **Профилактика экзогенных пожаров и противопожарная защита шахт**

Возгораемость материалов и огнестойкость конструкций. Степень возгораемости материалов оценивают по отношению тепла, выделяемого стандартным образцом материала, к тепловому импульсу источника зажигания.

По этому показателю материалы делят на следующие группы: негорючие с показателем возгораемости менее 0,1, трудногорючие с показателем 0,1-0,5 и горючие – более 0,5, в том числе трудногорючие меняющиеся с показателем возгораемости 0,5-2,1.

Огнестойкостью узлов и конструкций зданий и сооружений называют их способность сопротивляться действию пожара (сохранять прочность, устойчивость и др.). Предел огнестойкости – время в часах до образования сквозных отверстий или повышения температуры до 140°C на поверхности, противоположной пожару, или до снижения несущей способности конструкции.

Степень пожароопасности и горючих жидкостей определяют по температуре вспышки, при которой над ее поверхностью образуются пары, способные вспыхивать от источника зажигания, причем скорость образования паров недостаточна для поддержания горения. Существуют три разряда пожароопасности: I разряд (особо опасные) при  $t_{всп} < -13^{\circ}\text{C}$ ; II разряд (постоянно опасные) при  $t_{всп} < 27^{\circ}\text{C}$ ; III разряд при  $27^{\circ}\text{C} < t_{всп} < 66^{\circ}\text{C}$ .

При температуре воспламенения горючее вещество (материал) выделяет горючие летучие вещества со скоростью, достаточной для поддержания устойчивого горения. Категории пожаро- и взрывоопасности. Здания и сооружения промышленных предприятий по пожаро- и взрывоопасности разделяют на шесть категорий, к числу которых в горнодобывающей промышленности относят следующие:

- категория А (взрыво- и пожароопасные) – склады бензина и других легковоспламеняющихся жидкостей (ЛВЖ) с температурой вспышки до 28°C, баллонов с горючими газами, ламповые для бензиновых и аккумуляторных ламп и вакуум-насосные станции;

- категория Б (взрыво- и пожароопасные) – обогатительные (угольные) и брикетные фабрики, склады баллонов со сжатым кислородом, склады горючих жидкостей с температурой вспышки от 28 до 61°C;

- категория В (пожароопасные) – надшахтные здания, угольные склады, погрузочные бункеры, галереи и эстакады, склады.

горючих и смазочных материалов с температурой вспышки более 61°C, материальные склады и др.;

- категория Г (непожароопасные) – кузницы, депо мотовозов (на карьерах), автомобильные гаражи, газо- и электросварочные мастерские, котельные, трансформаторные киоски, электрораспределительные устройства и др.;

- категория Д (непожароопасные) – склады инертной пыли, противопожарных материалов, водонапорные башни, насосные станции и другие неопасные в пожарном отношении объекты;

- категория Е (взрывоопасные) – склады взрывчатых материалов.

Основные противопожарные мероприятия. Для локализации (преграждения распространения) пожара в зданиях и сооружениях устраивают противопожарные стены (брандмауэры) и другие конструкции из негорючего материала.

Противопожарную (огнестойкую) зону возводят в случаях, когда разделение здания брандмауэрами по технологическим причинам невозможно. Она состоит из двух стен из негорючего материала, расположенных на расстоянии не менее 6 м друг от друга, на них опираются лестничные площадки, перекрытия и другие конструкции из негорючих материалов. Внутри зон не допускается хранение горючих веществ, устройство горючих конструкций и размещение пожароопасных объектов. На предприятиях горнодобывающей промышленности противопожарные зоны необходимо сооружать через каждые 100 м в галереях, переходах и эстакадах.

Все здания и сооружения по огнестойкости делят на пять степеней, которые характеризуются группой возгораемости и пределом огнестойкости их основных конструктивных элементов (табл. 12.1).

Требуемую огнестойкость, число этажей и наибольшую площадь между брандмауэрами в промышленных зданиях определяют в зависимости от категорий пожароопасности происходящих в них производственных процессов.

Здания высотой более 10 м должны иметь не менее одной наружной лестницы на каждые 200 м его периметра. На горных предприятиях наружными металлическими лестницами оборудуются также погрузочные бункеры высотой более 10 м и каждая из противопожарных зон галерей и эстакад.

В соответствии с преобладающим для данной местности направлением ветра (розой ветров) наиболее пожароопасные цехи и сооружения, породные отвалы, лесные склады, склады горючих и смазочных материалов располагают по отношению к стволу шахты с подветренной стороны.

Для предотвращения распространения пожара с одного объекта на другой посредством тепловой радиации (теплоизлучения) и конвективных потоков продуктов горения, а также для возможности маневрирования пожарных команд при тушении пожара между отдельными зданиями и сооружениями

Пределы огнестойкости основных конструктивных элементов

Степень огнестойкости зданий и сооружений	Основные строительные конструкции					
	Несущие стены лестничных клеток и колонны	Наружные стены из навесных панелей и наружные фахверковые стены	Плиты, настилы и другие несущие конструкции совмещенных покрытий	Плиты, настилы и другие конструкции междуэтажных и чердачных перекрытий	Внутренние несущие стены (перегородки)	Противопожарные стены (брандмауэры)
I	Негорючие (2,5)	Негорючие (1,5)	Негорючие (1,0)	Негорючие (0,5)	Негорючие (0,5)	Негорючие (2,5)
II	Негорючие (2,0)	То же	Негорючие (0,75)	То же	Трудногорючие (0,25)	То же
III	Негорючие (1,5)	Негорючие (1,0)	Трудногорючие (0,75)	Трудногорючие (0,5)	То же	— " —
IV	Трудногорючие (0,5)	Трудногорючие (0,25)	Трудногорючие (0,25)	Горючие	— " —	— " —
V	Горючие	Горючие	Горючие	То же	Горючие	— " —

Примечание. В скобках указаны пределы огнестойкости в часах.

оставляются незастроеными противопожарные разрывы. Протяженность их определяют в зависимости от назначения и степени огнестойкости зданий. К каждому отдельному зданию или блоку необходимо обеспечить подъезд пожарных машин с двух сторон по его длине. Ширина проезда должна быть не менее 6 м.

Основные мероприятия противопожарной профилактики в горных выработках следующие:

- запрещение применения открытого огня; при необходимости проведения газо- и электросварочных и паяльных работ их производство допускают при неукоснительном выполнении специальных правил;
- наличие надежной и непрерывной защиты кабелей электрооборудования от утечек и замыканий, искрообразования и перегревов;
- строгое выполнение требований пылегазового режима, ограничение объема взрывных работ в шахтах, опасных по газу и (или) пыли;
- содержание оборудования строго в соответствии с паспортом, особенно в отношении смазки трущихся поверхностей;
- исключение горючих материалов из горных выработок, замена их на негорючие;
- жесткое соблюдение противопожарного режима, трудовой и технологической дисциплины.

Надежное ограничение пожарного очага и последующее его тушение обеспечиваются путем заблаговременного выполнения следующих мероприятий:

- подачи воды в любую точку горных выработок путем монтажа водопровода или (и) переключающих устройств на воздухопроводах и оросительной сети;
- обеспечения горных выработок, особенно электромашинных камер, дворов и транспортных узлов огнетушителями и другими первичными средствами пожаротушения, а также средствами автоматического пожаротушения;
- оборудования пожарной сигнализации и связи;
- проведения контроля температуры, скорости, газосодержания вентиляционной струи, особенно при разработке самовозгорающихся пластов (руд);
- возведения крепи из негорючих материалов в устьях стволов и шурфов, на сопряжениях выработок, в электромашинных камерах, капитальных выработках и других пожароопасных местах;
- создания противопожарных складов и поездов с необходимым запасом материалов и оборудования;
- разделения на секции околоствольных дворов и выработок главных направлений с помощью противопожарных дверей и перемычек с запасом материалов.

### **Меры пожарной безопасности для складов угля**

Площадки для хранения угля и торфа необходимо очищать от слоя растительности, строительного мусора и других горючих материалов, выравнивать и утрамбовывать. Они не должны заливаться паводками и грунтовыми водами.

Топливо, которое поступает на склад для длительного хранения, должно укладываться в штабеля по мере выгрузки его из вагонов (в возможно короткие сроки).

Уголь разных марок, каждый вид торфа (в кусках или фрезерный) должны храниться в отдельных штабелях. Каждый штабель угля должен иметь табличку, на которой указывается марка и дата его поступления на склад.

Во время складирования угля и его хранения необходимо тщательно следить за тем, чтобы в штабеля не попадали древесина, ткани, бумага, сено и другие горючие отходы.

На складе должен быть обеспечен систематический контроль за температурой в штабелях угля и торфа путем установления в укосинах контрольных железных труб и термометров.

В случае повышения температуры выше 60°C необходимо осуществлять уплотнение штабеля в местах повышения температуры, выборание угля или торфа, который нагрелся или применять другие безопасные методы для снижения температуры.

Штабеля, в которых отмечается повышение температуры, необходимо использовать в первую очередь.

Тушение или охлаждение угля водой непосредственно в штабелях не разрешается. Загоревшийся уголь необходимо тушить водой лишь после выбирания его из штабеля.

На складе должна быть предусмотрена специальная площадка для тушения топлива, которое самовозгорелось, и его остывания после удаления из штабеля.

За ликвидированными очагами горения должен вестись постоянный контроль: на штабелях угля в течение недели, на штабелях торфа – в течение двух недель.

Для выполнения регламентных работ со штабелями, а также проезда механизмов и пожарных машин расстояние от подошвы штабелей до ограждающего забора и фундамента подкрановых путей должна быть не менее 3 м, а до внешнего края головки рельса или бровки автодороги – не менее 2 м.

Помещения для хранения угля и торфа, оборудованные в подвальном или первом этаже производственных зданий, должны быть отделены противопожарными преградами.

При этом должно быть обеспечено естественное проветривание всего пространства над поверхностью уложенного угля или торфа.

Во время складирования угольных штабелей в механизированных котельных высота штабелей не должна превышать 4 м, а в немеханизированных – 2,5 м.

Не разрешается:

- складировать уголь и торф на почву, содержащую органические вещества, колчеданы;

- размещать под штабелями водосточные каналы, дренажные устройства, очаги тепла (паропроводы, трубопроводы горячей воды, каналы нагретого воздуха), отдельные трубы и кабели, а также теплофикационные, кабельные и другие тоннели;

- хранить выгруженное топливо в бесформенных кучах и навалов более 2-х суток;

- извлекать из штабеля участки самовозгоревшегося топлива во время сильного ветра (более 5 м/с);

- вновь укладывать в штабели самовозгоревшийся уголь и торф после охлаждения или тушения (они подлежат отгрузке и использованию);

- складировать уголь свежей добычи на старые отвалы угля, которые пролежали более 1-го месяца;
- транспортировать горящий уголь или торф транспортерными лентами.

### **Меры пожарной безопасности для объектов хранения легковоспламеняющихся и горючих жидкостей**

Открытые склады ЛВЖ и ГЖ необходимо размещать на площадках, которые имеют отметку ниже относительно прилегающих строений и населенных пунктов. В случае невозможности выполнения этого требования должны предусматриваться дополнительные мероприятия, которые исключают возможность разливания ЛВЖ и ГЖ во время аварии на территорию населенного пункта, предприятия и т.д.

Расстояние от складов ЛВЖ и ГЖ до зданий, сооружений и населенных пунктов должно соответствовать требованиям строительных норм.

Резервуарные парки и другие площадки для хранения ЛВЖ и ГЖ должны иметь по периметру обвалования (стенки), которые преграждают растекание жидкости в случае аварии. Земляное обвалование в верхней части должно быть не менее 0,5 м шириной.

Обвалование резервуаров необходимо выполнять таким образом, чтобы оно вмещало объем, который равняется номинальному объему наибольшего резервуара, находящегося в этом обваловании, и было на 0,2 м выше уровня разлитой жидкости. Расстояние от стенок резервуара до нижней кромки внутренних уклонов обвалования или до ограждающих стен должно быть не менее: 3 м – от резервуара объемом до 10 тыс. м<sup>3</sup> и 6 м – от резервуаров объемом 10 тыс. м<sup>3</sup> и более.

Площадки для хранения нефтепродуктов в таре необходимо ограждать земляным валом или негорючей цельной стенкой высотой не менее 0,5 м с пандусами для прохода на площадку.

Обвалование (стенки), их переходные мостки, лестницы, ограждения должны постоянно содержаться исправными. Площадки в середине обвалований должны быть ровными, утрамбованными и посыпанными песком. Случайно разлитые ЛВЖ и ГЖ необходимо немедленно убирать, а места разлива посыпать песком.

Территорию резервуарных парков (нефтебаз), насосных станций для перекачивания ЛВЖ и ГЖ необходимо ограждать оградой из негорючих материалов не менее 2 м высотой.

Наземные резервуары должны быть окрашены белой (серебристой) краской для предотвращения действия солнечных лучей.

Автоцистерны, которые перевозят ЛВЖ и ГЖ, должны соответствовать требованиям п. 2.8 Инструкции о мерах пожарной безопасности для транспортных предприятий.

Перед наливанием нефтепродуктов персонал предприятия, который осуществляет их отпуск (или работник охраны), должен путем внешнего осмотра убедиться в наличии и исправности заземления, искрогасителя и других защитных устройств на автоцистерне, а также в ее обеспеченности первичными средствами пожаротушения.

Для местного освещения во время сливноналивных операций могут применяться аккумуляторные фонари во взрывобезопасном исполнении.

Хранение ЛВЖ и ГЖ в таре необходимо осуществлять в зданиях или на площадках под навесами (в зависимости от климатических условий). Навесы необходимо устраивать только из негорючих материалов. Не разрешается хранение в таре на открытых площадках нефтепродуктов с температурой вспышки 45°C и ниже.

Хранение жидкостей с температурой вспышки паров выше 100°C в количестве до 60 м<sup>3</sup> разрешается в подземных хранилищах из горючих материалов при условии устройства полов из негорючих материалов и засыпки покрытия слоем уплотненной земли толщиной не менее 0,2 м.

Здания и сооружения (за исключением металлических резервуаров) складов для хранения ЛВЖ и ГЖ должны быть не ниже II степени огнестойкости.

Здания для хранения ГЖ в таре могут быть высотой не более 3-х этажей, а ЛВЖ – одноэтажными.

Общая вместимость одного здания для хранения нефтепродуктов в таре не должна превышать 1,2 тыс. м<sup>3</sup> ЛВЖ или 6 тыс. м<sup>3</sup> ГЖ.

При этом в одном помещении (секции) разрешается хранить не более 0,2 тыс. м<sup>3</sup> ЛВЖ или 1 тыс. м<sup>3</sup> ГЖ. Помещения для хранения ЛВЖ и ГЖ должны быть оборудованы приточно-вытяжной вентиляцией, которая отвечает требованиям строительных норм.

Дверные проемы в помещениях для хранения ЛВЖ и ГЖ в таре должны иметь пороги с пандусами высотой не менее 0,15 м для предотвращения разлива жидкости в случае аварии. Пол в этих помещениях должен быть из негорючих материалов и иметь наклон для стекания жидкости к лоткам и трапам.

В случае хранения бочек с ЛВЖ и ГЖ в зданиях необходимо придерживаться следующих требований:

- вручную укладывать бочки на пол не более чем в 2 яруса;
- укладка бочек механизировано, не более чем: в 5 ярусов – для ГЖ и 3 яруса – для ЛВЖ;

- укладывать не более двух бочек по ширине штабеля или стеллажа;
- укладывать бочки на каждом ярусе стеллажа в один ряд по высоте, независимо от видов нефтепродуктов;

- проходы для транспортирования бочек должны быть не менее 1,8 м шириной, а проходы между стеллажами или штабелями – не менее 1 м.

При хранении бочек на открытых площадках необходимо:

- в пределах одной огражденной (обвалованной) территории размещать не более 6 штабелей;

- придерживаться следующих размеров одного штабеля: его длина не должна превышать 25 м, а ширина – 15 м;

- предусматривать расстояние между штабелями на одной площадке не менее 5 м, между штабелями соседних площадок – не менее 20 м, между штабелями и валом (стеной) – не менее 5 м;

- укладывать бочки на площадках не более чем в два яруса в высоту и с проходами шириной не менее 1 м через каждые два ряда.

Бочки должны укладываться пробками вверх.

Пустые металлические бочки, загрязненные нефтепродуктами, необходимо хранить отдельно на специально отведенных площадках, с плотно закрытыми пробками (люками), уложенными не более чем в 4 яруса и в соответствии с требованиями, установленными для хранения нефтепродуктов в таре на открытых площадках (п. 2.17 данной Инструкции).

Для разливания ЛВЖ и ГЖ должна быть предусмотрена изолированная площадка (помещение), оборудованная соответствующими приспособлениями для выполнения этих работ.

Отпускать ЛВЖ и ГЖ разрешается с помощью сифона или насоса только в специальную тару с крышками (пробками), которые плотно закрываются. Отпуск ЛВЖ и ГЖ в стеклянные и полиэтиленовые емкости запрещается.

Не разрешается:

- уменьшение высоты обвалования, рассчитанной согласно строительным нормам;

- эксплуатация резервуаров, имеющих перекосы, трещины, а также неисправные контрольные приборы, подвальные продуктопроводы и стационарные противопожарные устройства и другое оборудование;

- розлив нефтепродуктов, хранение упаковочного материала и порожней тары непосредственно в хранилищах и на обвалованных площадках;

- посадка деревьев и кустарников в зоне обвалований;

- установка резервуаров на горючих и трудногорючих основаниях;

- переполнение резервуаров с цистерн;

- отбор проб с резервуаров во время слива или налива нефтепродуктов;

- слив и налив нефтепродуктов во время грозы;

- складирование бочек без прокладок между ярусами;
- приемка на хранение поврежденных бочек, бочек без пробок или закрытых пробками, не отвечающими таре;
- применение инструмента для откручивания пробок из металла, который дает искры;
- проведение ремонтных работ на трубопроводах, заполненных нефтепродуктами.

### **Средства пожаротушения**

В практике тушения пожаров наибольшее распространение получили следующие принципы прекращения горения:

- 1) изоляция очага горения от воздуха или снижение концентрации кислорода путем разбавления воздуха негорючими газами до значения, при котором не может происходить горение;
- 2) охлаждение очага горения ниже определенных температур;
- 3) интенсивное торможение (ингибирование) скорости химической реакции в пламени;
- 4) механический срыв пламени в результате воздействия на него сильной струи газа и воды;
- 5) создание условий огнепреграждения, т.е. таких условий, при которых пламя распространяется через узкие каналы.

#### **Вода**

Огнетушащая способность воды обуславливается охлаждающим действием, разбавлением горючей среды образующимися при испарении парами и механическим воздействием на горящее вещество, т.е. срывом пламени. Охлаждающее действие воды определяется значительными величинами ее теплоемкости и теплоты парообразования. Разбавляющее действие, приводящее к снижению содержания кислорода в окружающем воздухе, обуславливается тем, что объем пара в 1700 раз превышает объем испарившейся воды.

Наряду с этим вода обладает свойствами, ограничивающими область ее применения. Так, при тушении водой нефтепродукты и многие другие горючие жидкости всплывают и продолжают гореть на поверхности, поэтому вода может оказаться малоэффективной при их тушении. Огнетушащий эффект при тушении водой в таких случаях может быть повышен путем подачи ее в распыленном состоянии.

Вода, содержащая различные соли и поданная компактной струей, обладает значительной электропроводностью, и поэтому ее нельзя применять

для тушения пожаров объектов, оборудование которых находится под напряжением.

Тушение пожаров водой производят установками водяного пожаротушения, пожарными автомашинами и водяными стволами (ручными и лафетными). Для подачи воды в эти установки используют устраиваемые на промышленных предприятиях и в населенных пунктах водопроводы.

Система пожарных водопроводов находит применение в различных комбинациях: выбор той или иной системы зависит от характера производства, занимаемой им территории и т.п.

К установкам водяного пожаротушения относят спринклерные и дренчерные установки. Они представляют собой разветвленную, заполненную водой систему труб, оборудованную специальными головками. В случае пожара система реагирует (по-разному, в зависимости от типа) и орошает конструкции помещения и оборудования в зоне действия головок.

### **Пена**

Пены применяют для тушения твердых и жидких веществ, не вступающих во взаимодействие с водой. Огнетушащие свойства пены определяют ее кратностью – отношением объема пены к объему ее жидкой фазы, стойкостью, дисперсностью и вязкостью. На эти свойства пены помимо ее физико-химических свойств оказывают влияние природа горючего вещества, условия протекания пожара и подачи пены.

В зависимости от способа и условий получения огнетушащие пены делят на химические и воздушно-механические. Химическая пена образуется при взаимодействии растворов кислот и щелочей в присутствии пенообразующего вещества и представляет собой концентрированную эмульсию двуокиси углерода в водном растворе минеральных солей, содержащем пенообразующее вещество.

Применение химической пены в связи с высокой стоимостью и сложностью организации пожаротушения сокращается.

Пеногенерирующая аппаратура включает воздушно-пенные стволы для получения низкократной пены, генераторы пены и пенные оросители для получения среднекратной пены.

### **Газы**

При тушении пожаров инертными газообразными разбавителями используют двуокись углерода, азот, дымовые или отработавшие газы, пар, а также аргон и другие газы. Огнетушащее действие названных составов заключается в разбавлении воздуха и снижении в нем содержания кислорода до концентрации, при которой прекращается горение. Огнетушащий эффект при разбавлении указанными газами обуславливается потерями теплоты на нагревание разбавителей и снижением теплового эффекта реакции. Особое

место среди огнетушащих составов занимает двуокись углерода (углекислый газ), которую применяют для тушения складов ЛВЖ, аккумуляторных станций, сушильных печей, стенов для испытания электродвигателей и т.д.

Следует помнить, однако, что двуокись углерода нельзя применять для тушения веществ, в состав молекул которых входит кислород, щелочных и щелочноземельных металлов, а также тлеющих материалов. Для тушения этих веществ используют азот или аргон, причем последний применяют в тех случаях, когда имеется опасность образования нитридов металлов, обладающих взрывчатыми свойствами и чувствительностью к удару.

В последнее время разработан новый способ подачи газов в сжиженном состоянии в защищаемый объем, который обладает существенным преимуществами перед способом, основанным на подаче сжатых газов.

При новом способе подачи практически отпадает необходимость в ограничении размеров допускаемых к защите объектов, поскольку жидкость занимает примерно в 500 раз меньший объем, чем равное по массе количество газа, и не требует больших усилий для ее подачи. Кроме того, при испарении сжиженного газа достигается значительный охлаждающий эффект и отпадает ограничение, связанное с возможным разрушением ослабленных проемов, поскольку при подаче сжиженных газов создается мягкий режим заполнения без опасного повышения давления.

### **Ингибиторы**

Все описанные выше огнетушащие составы оказывают пассивное действие на пламя. Более перспективны огнетушащие средства, которые эффективно тормозят химические реакции в пламени, т.е. оказывают на них ингибирующее воздействие. Наибольшее применение в пожаротушении нашли огнетушащие составы – ингибиторы на основе предельных углеводородов, в которых один или несколько атомов водорода замещены атомами галоидов (фтора, хлора, брома).

Галоидоуглеводороды плохо растворяются в воде, но хорошо смешиваются со многими органическими веществами. Огнетушащие свойства галоидированных углеводородов возрастают с увеличением моряной массы содержащегося в них галоида.

Галоидоуглеводородные составы обладают удобными для пожаротушения физическими свойствами. Так, высокие значения плотности жидкости и паров обуславливают возможность создания огнетушащей струи и проникновения капель в пламя, а также удержание огнетушащих паров около очага горения. Низкие температуры замерзания позволяют использовать эти составы при минусовых температурах.

В последние годы в качестве средств тушения пожаров применяют порошковые составы на основе неорганических солей щелочных металлов.

Они отличаются высокой огнетушащей эффективностью и универсальностью, т.е. способностью тушить любые материалы, в том числе нетушимые всеми другими средствами.

Порошковые составы являются, в частности, единственным средством тушения пожаров щелочных металлов, алюминийорганических и других металлоорганических соединений (их изготавливает промышленность на основе карбонатов и бикарбонатов натрия и калия, фосфорно-аммонийных солей, порошок на основе графита для тушения металлов и т.д.).

У порошков есть ряд преимуществ перед галоидоуглеводородами: они и продукты их разложения не опасны для здоровья человека; как правило, не оказывают коррозионного действия на металлы; защищают людей, производящих тушение пожара, от тепловой радиации.

### **Аппараты пожаротушения**

Аппараты пожаротушения подразделяют на передвижные (пожарные автомашины), стационарные установки и огнетушители (ручные до 10 л и передвижные и стационарные объемом выше 25 л).

Пожарные автомашины делят на автоцистерны, доставляющие на пожар воду и раствор пенообразователя и оборудованные стволами для подачи воды или воздушно-механической пены различной кратности, и специальные, предназначенные для других огнетушащих средств или для определенных объектов.

Стационарные установки предназначены для тушения пожаров в начальной стадии их возникновения без участия людей. Их монтируют в зданиях и сооружениях, а также для защиты наружных технологических установок. По применяемым огнетушащим средствам их подразделяют на водяные, пенные, газовые, порошковые и паровые. Стационарные установки могут быть автоматическими и ручными с дистанционным пуском. Как правило, автоматические установки оборудуются также устройствами для ручного пуска. Установки бывают водяными, пенообразующими и установки газового тушения. Последние эффективнее и менее сложны, громоздки, чем многие другие.

Огнетушители по виду огнетушащих средств подразделяются на жидкостные, углекислотные, химпенные, воздушно-пенные, хладоновые, порошковые и комбинированные. В жидкостных огнетушителях применяют воду с добавками (для улучшения смываемости, понижения температуры замерзания и т.д.), в углекислотных – сжиженную двуокись углерода, в химпенных – водяные растворы кислот и щелочей, в хладоновых – хладоны 114В2, 13В1, в порошковых – порошки ПС, ПСБ-3, ПФ и т.д. Огнетушители

маркируются буквами, характеризующими вид огнетушителя по разряду, и цифрой, обозначающей его вместимость (объем).

#### ***Применение огнетушителей:***

1. Углекислотные – тушение объектов под напряжением до 1000 В.
2. Химпенные – тушение твердых материалов и ГЖ на площади до 1 кв.м.
3. Воздушнопенные – тушение загорания ЛВЖ, ГЖ, твердых (и тлеющих) материалов (кроме металлов и установок под напряжением).
4. Хладоновые – тушение загорания ЛВЖ, ГЖ, горючих газов.
5. Порошковые – тушение материалов, установок под напряжением; заряженные МГС, ПХ – тушение металлов; ПСБ-3, П-1П – тушение ЛВЖ, ГЖ, горючих газов.

### **Предупреждение и тушение рудничных пожаров**

Проекты всех новых (реконструируемых) и действующих шахт должны иметь раздел "Противопожарная защита", выполненный в полном соответствии с нормативными материалами, утвержденными Госгортехнадзором России.

Запрещается прием в эксплуатацию новых шахт, горизонтов, участков, блоков, в которых в полном объеме не выполнены противопожарные мероприятия.

Ответственность за состояние пожарной безопасности шахт, технологических зданий и сооружений надшахтного комплекса несет начальник шахты.

Все копры и надшахтные здания воздухоплавающих стволов, штолен, шурфов должны сооружаться из негоряемого материала.

Негоряемыми материалами должны быть закреплены:

1) устья всех вертикальных и наклонных стволов, штолен, шурфов на протяжении не менее 10 м от поверхности;

2) сопряжения вертикальных и наклонных стволов, штолен и шурфов, с выработками горизонтов и околоствольных дворов на протяжении не менее 10 м в каждую сторону от прилегающей стенки пересекаемых горизонтальных и наклонных выработок и по стволу шахты – на высоту околоствольной части двора;

3) устья капитальных уклонов, ходков и сопряжения уклонов с откаточными и вентиляционными штреками на протяжении не менее 10 м в каждую сторону от прилегающей стенки пересекаемых выработок;

4) все помещения и вентиляционные каналы главных и вспомогательных вентиляторных установок, а также все калориферные каналы на протяжении 10 м.

Устья воздухоподающих стволов шахт и шурфов должны иметь металлические ляды, а устья штолен – металлические двери. Ляды должны управляться с двух мест: непосредственно из копра и снаружи надшахтного здания.

Запрещается курить в шахте, надшахтных зданиях, электромашинных камерах, электроподстанциях электровозных депо.

Запрещается располагать склады и отвалы с любыми горючими, самовозгорающимися материалами или породами ближе 100 м от надшахтных зданий и сооружений.

Все камеры служебного назначения, в которых применяются или хранятся горюче-смазочные материалы, должны быть выполнены с соблюдением всех существующих требований пожарной безопасности для подобных помещений.

Для хранения противопожарных материалов, оборудования и приспособлений должны быть организованы:

а) склады, расположенные не далее 100 м от надшахтных зданий, устьев штолен и автотранспортных уклонов, связанных с последними, постоянно свободными от подвижного состава, рельсовыми путями или автодорогами;

б) подземные склады на каждом действующем горизонте.

Каждый склад должен быть укомплектован необходимыми материалами и средствами пожаротушения в соответствии с проектом. Материалы, израсходованные со складов на ликвидацию аварий, должны быть пополнены в течение суток.

Все склады должны иметь металлические двери, закрытые на замок. Ключи должны храниться у главного инженера и диспетчера шахты.

В шахтах, имеющих очаги пожара, при нарушении установленного вентиляционного режима все люди должны быть немедленно выведены на поверхность.

Пожарный участок должен изолироваться нестгораемыми, воздухонепроницаемыми противопожарными перемычками с перекрываемыми отверстиями для замеров температуры, спуска воды и отбора проб воздуха для анализа на  $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{O}_2$ , горючие углеводороды и проб воды для анализа на содержание серной кислоты.

Работы по ликвидации пожаров на свежей струе могут производиться рабочими шахты, имеющими изолирующие самоспасатели, при непосредственном наблюдении лиц надзора и отделения горноспасателей.

Работы в загазированной атмосфере могут производиться только горноспасателями или членами добровольных горноспасательных команд.

Очаги пожара и все перемычки, отделяющие пожарный участок так же, как и перемычки, отделяющие выработанное пространство, должны иметь порядковый номер и быть нанесены на планы горных работ.

---

---

## **Глава 13**

### **ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТЬ**

---

Почти все профессии на сегодняшний день так или иначе соприкасаются с использованием электричества. Электрический ток представляет серьезную опасность для жизни человека, поэтому задача обеспечения электробезопасности весьма серьезна. Электробезопасность – это система организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статического электричества.

Различают постоянный и переменный электрический ток. Сегодня распространено использование переменного тока частотой от 50 Гц до 300 Гц.

#### **Условия возникновения электротравматизма**

Современные шахты – высокомеханизированные предприятия с развитой электрической сетью и большим числом электромашин. Электрический ток – наиболее распространенный вид энергии, используемый при подземной добыче полезного ископаемого.

Поражение горнорабочих электрическим током вызывает различные по тяжести формы электротравматизма.

Система распределения и потребления электроэнергии на горном предприятии при соблюдении норм и правил охраны труда почти исключает возможность поражения электрическим током. Однако при нарушении их может создаться ситуация, опасная для жизни и здоровья работающих. Условия, при которых происходит поражение током: человек попадает под воздействие электрического тока при случайном прикосновении к токоведущим частям электроустановки или приближении на недопустимо близкое расстояние, при возникновении в электроустановке аварийного режима; при несоответствии параметров электроустановки нормам, а также при нарушении правил техники безопасности и эксплуатации электроустановок.

Анализ травматизма на угольных шахтах и рудниках указывает на устойчивую тенденцию повышения тяжести электротравматизма при относительно наибольшем его уровне в общем травматизме, составляющем 10-12%. Однако из этого количества травмированных погибает 20-30% пострадавших от действия электрического тока.

Рост тяжести электротравматизма обусловлен следующими основными факторами:

- определяемыми горно-геологическими условиями – особенности добычи полезного ископаемого, ограниченность рабочего пространства и затрудненный доступ при осмотрах и ремонтах;

- электрического характера – токи нагрузки, изменения питающих и рабочих напряжений, число коммутационных переключений, характер перегрузок, их длительность и другие факторы, определяющие энергетический режим;

- механического характера – вибрации и удары, возникающие при транспортировании и перемещении электрооборудования по горным выработкам по мере перемещения фронта работ;

- окружающей среды – температура, влажность, запыленность рудничной атмосферы.

Известны статистические данные о причинах попадания людей под напряжение.

Прикосновение к открытым токоведущим частям, находящимся под напряжением – 56%.

Прикосновение к проводящим частям оборудования, оказавшимся под напряжением в результате повреждения изоляции – 23%.

Прикосновение к токоведущим частям, покрытым изоляцией, потерявшей свои свойства; касание токоведущих частей предметами с низким электрическим сопротивлением – 18%.

Соприкосновение с полами, стенами, элементами конструкций, грунтом, оказавшимися под напряжением вследствие аварийного замыкания на землю – 2%.

Поражение через электрическую дугу – 1%.

При рассмотрении условий возникновения электрической цепи через тело человека различают прямой контакт человека с токоведущими частями и косвенный. Прямой контакт возникает, как правило, в результате нарушения правил техники безопасности и эксплуатации электроустановок, а косвенный – при пробое изоляции на корпус оборудования.

Хотя сопротивление рабочей обуви изменяется в широких пределах, но она, даже диэлектрическая, не может обеспечить полную защиту человека от поражения током.

Корпуса электрических машин, трансформаторов, переносного инструмента, светильников и другие металлические нетоковедущие части электрических установок, нормально изолированные от токоведущих частей, при повреждении изоляции оказываются под напряжением. В этих аварийных условиях прикосновение к ним равноценно прикосновению к токоведущим

частям. Ток, протекающий через тело человека, при этом может превысить опасное значение и вызвать поражение со смертельным исходом. Устраняет опасность поражения током при переходе напряжения на нетоковедущие части электроустановки защитное заземление. При замыкании на корпус заземленного электрооборудования ток, возникающий в результате повреждения изоляции, пройдет через место замыкания, заземляющие провода и заземлители в землю, растекаясь во все стороны по полусфере. Из-за небольшого объема земли у заземлителя плотность тока здесь наибольшая. По мере удаления от заземлителя объем земли, по которому растекается ток замыкания, увеличивается, а плотность тока уменьшается, достигая на некотором расстоянии (не менее 20 м) величины, которая практически может быть принята равной нулю.

Пространство вокруг заземлителя в радиусе 20 м, внутри которого наблюдается ток растекания в земле, называется полем растекания. Каждая точка почвы внутри поля растекания обладает определенным потенциалом, поэтому эти точки нельзя считать землей в электротехническом смысле слова. Землей в электрическом понимании считают точки почвы, потенциал которых равен нулю. При замыкании на землю такие точки лежат на расстоянии 20 м от места замыкания на землю или от одиночного заземлителя. Расстояние явления справедливы при любой форме заземлителя, а также в случае грозового разряда молнии в землю или в случае обрыва голого провода воздушной сети и замыкания его на землю.

Для шахт и рудников характерно наличие взрывоопасной атмосферы: метан в смеси с воздухом и взвешенная пыль в угольных шахтах, водород и метан в смеси с воздухом в калийных рудниках, метан и сероводород в смеси с воздухом в озокеритовых шахтах.

Условиями возникновения пыле- или газовойоздушной атмосферы являются два совпадающих во времени фактора: наличие взрывоопасных газов или пыли в опасной концентрации источника зажигания достаточной мощности.

Условия возникновения пожара – наличие одновременно горючих материалов и достаточно мощного источника энергии зажигания. Источником пожара могут быть электрические дуги, искры, а также нагретые до высокой температуры токоведущие части.

Чтобы предупредить электротравматизм, необходимо также исключить возможность одновременного прикосновения человека к корпусу заземленного оборудования и незаземленным предметам, хорошо соединенным с землей вне зоны растекания тока, так как в этом случае человек окажется под действием полного напряжения относительно земли.

Если человек в проводящей электрический ток обуви даже не касается электрооборудования, замкнутого на корпус, но находится в зоне растека-

ния тока, то он попадает под его действие. Это происходит потому, что удаленные на разные расстояния от заземлителя точки почвы, которых одновременно касаются ноги человека, имеют разные потенциалы.

Напряжение между двумя точками цепи тока, находящихся одна от другой на расстоянии шага, называется напряжением шага.

Напряжение шага уменьшается по мере удаления от заземлителя на расстоянии 20 м, оно практически приближается к нулю. Оно зависит от тока замыкания, сопротивления заземления, распределения потенциала на поверхности земли, длины шага и положения человека относительно заземлителя. При движении по окружности, все точки которой расположены на одинаковом расстоянии от места замыкания (т.е. вдоль линии равного потенциала), напряжение равно нулю.

Когда человек попадает под напряжение шага, ток проходит по пути нога – нога. При величине этого напряжения 100 В и выше начинаются судороги ног, человек может упасть на землю, что приводит к увеличению разности потенциалов и более опасному пути прохождения тока по телу. Наибольшая опасность от напряжений шага возникает при обрыве проводов воздушных линий и контактных сетей и контакте их с землей.

Следующим видом опасности при использовании электроэнергии на шахтах является преждевременный взрыв элетродетонаторов при действии на них "блуждающих токов".

Понятие "блуждающие токи" включает в себя все случайно попавшие в электровзрывную сеть токи, кроме тока, предназначенного для взрывания электродетонаторов.

В системах регулируемого электропривода с тиристорными преобразователями существует гальваническая связь даже при выключенном состоянии элементов. Наличие этой связи опасно не только по фактору поражения электрическим током, но и приводит к преждевременному взрыву электродетонаторов.

В случае пробоя или ложного самовыключения тиристоры могут возникнуть аварийные ситуации, представляющие опасность для человека и разрушения оборудования.

## **Меры по обеспечению электробезопасности в шахтах**

Система электрической защиты в шахтах строится на основе требований Правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок, Правила технической эксплуатации электроустановок, Системы стандартов безопасности труда и Строительных норм и правил. Кроме того, подземные электроустановки и их эксплуатация должны удовлетворять требованиям

Правил безопасности в угольных шахтах, Единых правил безопасности при разработке рудных, нерудных и россыпных месторождений подземным способом и других отраслевых правил.

Система электрической защиты в шахтах не должна допускать поражение людей, возникновение пожаров, взрывов газа и пыли от электрического тока, преждевременных взрывов электродетонаторов и аварийных ситуаций бесконтактного электрооборудования.

Электроустановками называются также устройства, которые производят, преобразуют, распределяют и потребляют электрическую энергию. Наружными или открытыми электроустановками называют электроустановки, находящиеся на открытом воздухе, а внутренними или закрытыми – находящиеся в закрытом помещении. Электроустановки могут быть постоянные и временные. По условиям электробезопасности электроустановки разделяют на электроустановки напряжением до 1000 В включительно и выше 1000 В.

Электробезопасностью называется система организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статического электричества. Она достигается: конструкцией электроустановок; техническими способами и средствами защиты; организационными и техническими мероприятиями. Требования (правила и нормы) электробезопасности конструкции и устройства электроустановок изложены в системе стандартов безопасности труда, а также в стандартах и технических условиях на электротехнические изделия.

Технические способы и средства защиты, обеспечивающие электробезопасность в соответствии с Правилами безопасности (ПБ): требуемое сопротивление изоляции, защитное отключение, заземление, защиту в аварийных режимах и от случайного прикосновения к токоведущим частям. Особым видом защиты является специальное исполнение электрооборудования, которое должно отвечать условиям окружающей среды.

## **Организационно-технические меры защиты**

Организация работ при обслуживании строго регламентируется соответствующими правилами безопасности и инструкциями для обслуживающего персонала.

Целью организационно-технических мероприятий является подготовка рабочего места для безопасного выполнения операций, а также обеспечения нормальных условий эксплуатации и обслуживания электроустановок. Это достигается правильно организованной службой профилактики, действенным контролем параметров электроустановок, выявлением их отклонений в

процессе эксплуатации от требуемых стандартами и правилами, решением вопросов о пригодности к дальнейшей эксплуатации электроустановок и их элементов.

Для выполнения этих работ обслуживающий персонал должен иметь необходимую подготовку и знания по устройству и обслуживанию электроустановок.

#### *Изолирование и ограждение токоведущих частей электрооборудования*

В случаях, когда токоведущие части электрооборудования не имеют конструкционного укрытия и доступны прикосновению, они должны иметь соответствующие защитные ограждения. Они выполняются из негорючего или трудно горючего материала в виде кожухов, крышек, ящиков, сеток и должны обладать достаточной механической прочностью и иметь такое конструктивное исполнение, чтобы снятие или открывание их было возможно только при помощи специальных инструментов или ключей и работниками, которым это поручено. Съемные крышки, закрепленные болтами, не обеспечивают надежной защиты, более надежны крышки, укрепленные на шарнирах, запирающиеся на замок или запор.

В рудничном электрооборудовании необходимо применять изоляцию, удовлетворяющую требованиям высокой механической и электрической прочности, негорючести, стойкости к воздействию тепла, влаги, а в некоторых случаях и масел, дугостойкости и стойкости к поверхностным разрядам.

Шахтные трехфазные сети имеют изолированную от земли нейтраль, что дает возможность использовать сопротивление изоляции сети для ограничения тока утечки на землю и проводить непрерывный контроль состояния изоляции под напряжением. Последнее осуществляется с помощью реле утечки.

Для доступа непосредственно к электрооборудованию или токоведущим частям последнего (при осмотре и ремонте) в ограждениях предусматриваются открывающиеся части: крышки, дверцы, двери и т.д. Эти части закрываются специальными запорам или снабжаются блокировками.

Снижение электрической или механической прочности изоляции до недопустимого значения обусловлено несоответствием типа изоляции фактическим условиям эксплуатации. Так, аварийность электродвигателей в Кузнецком и Подмосковном угольных бассейнах из-за отказа изоляции составляет 85-95%, а аварийность электроаппаратов – 40-78% общего числа отказов. Поэтому выявлению причин и предупреждению возникновения отказов изоляции рудничного электрооборудования уделяют большое внимание.

#### *Защитное отключение*

Защитное отключение электроустановок в шахтах осуществляется при помощи реле утечки. Такие реле предназначены прежде всего для предот-

вращения электротравматизма людей, однако они могут быть одновременно использованы и для предотвращения аварий, связанных с возникновением пожаров и взрывов рудничной атмосферы от электротока, благодаря способности отключать электроустановки при возникновении искр и электрических дуг.

Защитное отключение исключает опасности прикосновения или приближения к токоведущим частям в то время, когда они находятся под напряжением. Принципы блокировки заключаются в следующем:

а) при открывании кожухов или ограждения электрооборудования происходит автоматическое отключение данного устройств от источника тока;

б) открывание кожухов или ограждений электрооборудования становится возможным только после предварительного отключения данного устройства от источника тока.

Устройства защитного отключения – это автоматическая система, осуществляющая непрерывный контроль за состоянием электробезопасности по отсутствию или наличию в электроустановке утечки тока, опасной для человека или с точки зрения воспламенения и взрыва, и вырабатывающая в случае возникновения опасной утечки тока команду на отключения электроустановки от сети. В основе защитного отключения лежит принцип высокого быстродействия, стабильности и надежности, вследствие чего ограничивается длительность протекания тока через тело человека.

Для предотвращения опасного для человека исхода система защитного отключения должна обеспечивать:

в длительном режиме существования малых токов утечки контроль сопротивления изоляции и ограничивать токи утечки до допустимых в соответствии с критериями электробезопасности;

в кратковременном режиме отключения эффективное отключение сети и блокирование повторного включения ее до тех пор, пока токи утечки не будут снижены до допустимых значений;

высокую функциональную надежность аппаратуры защитного отключения путем самоконтроля элементов схемы контроля сопротивления изоляции и резервирования элементов, не обеспечивающих самоконтроля;

высокое быстродействие.

*Защитное заземление*

Назначение, принцип действия и область применения защитного заземления. Одной из наиболее эффективных мер защиты от опасности поражения током в случае прикосновения к металлическим нетоковедущим частям электроустановок, оказавшимся под напряжением, является защитное заземление. Защитным заземлением называется преднамеренное электрическое соединение с землей или ее эквивалентом металлических нетоковедущих

частей, которые могут оказаться под напряжением вследствие замыкания на корпус или по другим причинам. Замыкание на корпус возможно в результате повреждения изоляции, касания токоведущей части корпуса машины, падения провода, находящегося под напряжением, на нетоковедущие металлические части и т.п.

Принцип действия защитного заземления заключается в следующем. Допустим, что корпус токоприемника не заземлен и он находится под напряжением замкнувшейся фазы. Прикосновение человека к такому корпусу равносильно непосредственному прикосновению к фазному проводу. Сопротивление человека будет включено между корпусом и землей. Через человека пройдет ток, который может оказаться опасным для его жизни.

Чтобы уменьшить эту опасность и снизить значение тока, проходящего через тело человека, до безопасной величины, корпус токоприемника заземляют, в результате которого создается цепь, шунтирующая тело человека и обеспечивающая для токозамыкания путь с малым сопротивлением. При этом большая часть тока замкнувшейся фазы течет через заземляющее устройство, минуя тело человека.

Защитным заземлением, согласно ГОСТ 12.1.009-76, называется преднамеренное электрическое соединение с землей или её эквивалентом металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением.

В соответствии с Правилами устройства электроустановок (ПУЭ) защитное заземление необходимо применять в электроустановках переменного и постоянного тока при напряжениях соответственно 380 В и выше и 440 В и выше во всех случаях, а в помещениях с повышенной опасностью, особо опасных и наружных электроустановках переменного и постоянного тока при номинальных напряжениях соответственно выше 42 В и 110 В.

Заземлению в шахтах подлежат все металлические части электротехнических устройств, не находящиеся под напряжением, но которые могут оказаться под ним при повреждении изоляции, а также трубопроводы, арматура, тросы и другое оборудование, расположенное в выработке, в которой имеются электроустановки и электропровода.

В случае неисправности заземления их защитные свойства снижаются и при обрыве цепи заземления вообще теряются. В подземных условиях существует вероятность таких повреждений изоляции электроустановок, при которых даже исправное заземление не в состоянии предупредить опасность поражения электротоком. Поэтому наряду с заземлением предусматривают защиту в виде реле утечки, контролирующего сопротивление изоляции сети посредством контроля значений токов утечки, срабатывающегося при недопустимом снижении сопротивления изоляции и отключающего сеть.

Применение шахтных кабелей с заземляющими жилами, шунтирующими открытую заземляющую сеть и ее наружные контактные соединения, является эффективным средством предотвращения взрыва.

Система заземления в шахте включает в себя два главных заземлителя, резервирующих друг друга на время осмотра, ремонта одного из них, и общую сеть заземления, к которой должны быть присоединены все объекты, подлежащие заземлению, а также главные и местные заземлители.

Общая сеть заземления образуется путем непрерывного электрического соединения между собой всех металлических оболочек и заземляющих жил кабелей. Независимо от напряжения с присоединением их к главным и местным заземлителям.

Целью защитного заземления является снижение до малого значения напряжения относительно земли на проводящих нетоковедущих частях оборудования. Защитное заземление применяется в сетях с изолированной нейтралью напряжением до 1 кВ.

Принцип действия защитного заземления основан на перераспределении падений напряжения на участках цепи: фаза – земля и корпус – земля. При наличии заземления уменьшается напряжение, под которое попадает человек.

### **Защита в аварийных и перегрузочных режимах**

Наиболее тяжелые эксплуатационные режимы работы характерны для электрооборудования забойных машин и механизмов. Они определяются конструктивными особенностями машин, технологией очистных и подготовительных работ, горно-геологическими и организационно-техническими условиями, квалификацией обслуживающего персонала и другими факторами.

Электродвигатели и аппаратура управления очистных и проходческих комбайнов работают в прерывистом режиме с относительно большой частотой включения в пласте, нарушений гипсометрии пласта, заклинивания режущего органа и т.п.

Конструкцией рудничных электродвигателей предусмотрены достаточно высокие значения их перегрузочной способности. Однако в условиях реальной шахтной сети, когда снижение рабочего напряжения на зажимах электродвигателей обуславливает значительное уменьшение их фактической перегрузки, внезапные выбросы, нагрузки нередко приводят к опрокидыванию и остановке электродвигателя.

**Основные требования к средствам защиты от токов короткого замыкания.** Средства защиты от токов к.з. должны удовлетворять следующим требованиям.

1. Быть достаточно чувствительными к аварийным токам, возникающим при к.з. в наиболее удаленных от питающего трансформатора точках защищаемого участка сети. Коэффициент чувствительности средств защиты выбирают из условия обеспечения надежности срабатывания устройства максимальной защиты при уменьшении фактического тока к.з. по сравнению с его расчетным значением из-за возможного в эксплуатации снижения напряжения, наличия в цепи переходного сопротивления контактов, обмоток и т.п.

2. Обладать высоким быстродействием отключения токов к.з. Полное время отключения токов к.з. не должно превышать 0,2 с для высоковольтных распределительных устройств, рудничных пускателей и 0,1 с для автоматических выключателей.

3. Обеспечивать отстройку защиты по фактическому пусковому току электропотребителей.

4. Обладать по возможности селективностью токовых отсечек, что достигается соответствующей отстройкой средств защиты последовательно включенных в низковольтную сеть выключателей и пускателей.

5. Исполнительный орган защиты от токов к.з. должен обладать достаточной коммутационной способностью, термической и электродинамической стойкостью, чтобы надежно отключать любые токи к.з. в шахтных электросетях.

### ***Защита от прикосновения к токоведущим частям***

Защита от прикосновения к токоведущим частям включает в себя устройства, предотвращающие прикосновение или приближение на опасное расстояние к токоведущим частям, и предусматривает размещение открытых токоведущих частей электроустановок на высоте, недоступной для случайного прикосновения; размещение электроаппаратов в закрытых корпусах, в которых доступ к шпилькам, шинам, вводам и другим частям затруднен или невозможен без применения специальных приспособлений или инструментов; установку специальных блокировочных устройств, препятствующих доступу к токоведущим частям до снятия с последних напряжения; ограждения щитками и другими приспособлениями открытых токоведущих частей.

Безопасное расстояние, на которое могут подходить люди или можно приближать применяемые ими инструменты, нормируется в зависимости от напряжения и вида оборудования. Так, при напряжении до 1000 В расстояние от людей или применяемых ими инструментов до токоведущих частей должно быть не менее 0,6 м, а расстояние до механизмов и машин – не менее 1 м. Камеры, в которых устанавливают электрооборудование, оборудуют помимо противопожарных дверей решетчатыми дверями с запорным устройством.

Для обозначения опасности прикосновения человека к токоведущим частям электрооборудование снабжают предупредительным знаком.

### **Виды исполнения горного электрооборудования**

Поскольку коммутируемые значения энергии в шахтных условиях неизмеримо больше, чем значения, при которых происходит воспламенение метановоздушной среды и возбуждение пожара, токоведущие части электрооборудования помещают в оболочки, которые исключают передачу взрыва наружу. Оболочки должны выдерживать давление взрыва, а места сопряжения отдельных их деталей и узлов выполняются такими, что пламя и продукты взрыва, выходя из оболочки наружу, охлаждаются до безопасных температур. Этот вид взрывозащиты называют взрывопроницаемой оболочкой. Вследствие этого рудничное электрооборудование имеет громоздкие, тяжелые и дорогие взрывонепроницаемые оболочки, обладающие высокой механической прочностью. В этом заключается главное отличие шахтного электрооборудования от общепромышленного.

Условия эксплуатации электрооборудования в угольных шахтах характеризуются следующими основными особенностями:

температурой окружающей среды от  $-10$  до  $40^{\circ}\text{C}$ ;

высокой относительной влажностью до  $98\%$  при  $35^{\circ}\text{C}$ ;

наличием капежа, взрывоопасной метановоздушной среды, взрывоопасной и горючей угольной пыли, воздействием химических реагентов;

стесненностью горных выработок и тяжелыми условиями обслуживания электрооборудования.

#### ***Обеспечение взрывонепроницаемости и искробезопасности***

Взрывобезопасное исполнение достигается путем заключения электрооборудования в прочную оболочку, обладающую взрывоустойчивостью и способностью выдерживать максимальное давление, возникающее при образовании мощной электрической дуги к.з. и взрыве наиболее опасной концентрации метановоздушной смеси внутри оболочки и взрывонепроницаемостью.

Размеры щелевых зазоров взрывобезопасного электрооборудования регламентируются требованиями ГОСТ 22782-81 и ГОСТ 22782.6-81 в зависимости от свободного объема и класса оболочки.

Для оценки способности оболочек выдерживать без разрушения и остаточных деформаций давление взрыва их подвергают испытаниям гидравлическим давлением, равным полуторакратному давлению, которое развивается вследствие воспламенения взрывоопасной смеси.

При невозможности выполнения всего электрооборудования в искробезопасном исполнении отдельные его части могут быть заключены во взрывонепроницаемую оболочку. Искробезопасное электрооборудование не имеет, как правило, громоздких оболочек, сложных вводных устройств и практически мало отличается от общепромышленного электрооборудования и тем не менее оно имеет высокий уровень взрывозащиты. Это достигается снижением токов и напряжения в его цепях до значений, не вызывающих искрообразования.

Параметры искробезопасного электрооборудования регламентируются требованиями ГОСТ 22782.5-78.

### ***Классификация и маркировка оборудования***

Электрооборудование, предназначенное для эксплуатации в подземных условиях угольных и сланцевых шахт, изготавливают в соответствии с требованиями ГОСТ 22782.5-78.

В зависимости от уровня взрывозащиты электрооборудование согласно ГОСТ 24754-81 и ГОСТ 12.2.020-76 подразделяется на:

А) рудничное нормальное (РН) электрооборудование, не имеющее специальных средств взрывозащиты;

Б) рудничное электрооборудование повышенной надежности против взрыва (РП), в котором предусмотрены средства и меры, затрудняющие возникновение искр.

В) рудничное взрывобезопасное (РВ) электрооборудование, в котором предусмотрены меры защиты от взрыва окружающей газопылевоздушной смеси под воздействием искр.

Г) рудничное электрооборудование особовзрывобезопасное при любых повреждениях (РО), в котором предусмотрены дополнительные меры взрывозащиты от действия искр или электрических дуг как при нормальном режиме работы.

Рассмотренные знаки (РП, РВ, РО) уровня взрывозащиты составляют первую часть маркировки. Вторая часть отражает те или иные конструктивные средства, примененные в электрооборудовании для обеспечения определенного вида взрывозащиты, и помещается в прямоугольнике в соответствии с ГОСТ 22782.6-81.

### **Применение средств индивидуальной защиты**

Средства индивидуальной защиты предназначены для защиты тела, органов дыхания, зрения, слуха, головы, лица и рук от травм и воздействия неблагоприятных производственных факторов.

Электрозашитные средства предназначены для защиты людей от поражения током, воздействия электрической дуги и электромагнитного поля.

Электрозашитные средства делятся на основные и дополнительные.

Основные электрозашитные средства для работы в электроустановках напряжением выше 1 кВ: изолирующие штанги, изолирующие и электроизмерительные клещи, указатели напряжения.

Дополнительные: диэлектрические перчатки, боты, ковры и колпаки; индивидуальные экранирующие комплекты, изолирующие подставки и накладки; переносные заземления; оградительные устройства; плакаты и знаки безопасности.

Основные электрозашитные средства для работы в электроустановках напряжением до 1 кВ: изолирующие штанги, изолирующие и электроизмерительные клещи, указатели напряжения, диэлектрические перчатки, слесарно-монтажный инструмент с изолирующими рукоятками.

Дополнительные: диэлектрические галоши и ковры, переносные заземления, изолирующие подставки и накладки, оградительные устройства, плакаты и знаки безопасности.

### **Применение предупреждающих сигнализаций, плакатов и знаков безопасности**

Предупредительная сигнализация привлекает внимание обслуживающего персонала и предупреждает о грозящей или возникающей опасности. Обычно применяется световая или звуковая сигнализация – каждая в отдельности или сблокированные вместе. Следует помнить, что сигнализация только предупреждает об опасности, но не исключает ее.

В предупреждении несчастных случаев при эксплуатации электрооборудования важная роль принадлежит маркировке, надписям, указывающим состояние оборудования, название и назначение присоединений. При отсутствии маркировки и надписей обслуживающий персонал может во время ремонтов, осмотров и эксплуатации электрооборудования перепутать назначение проводов, рубильников, выключателей и т.д.

Панели распределительных устройств должны быть окрашены в светлые тона и иметь четкие надписи, указывающие назначение отдельных пеней. Такие надписи должны быть на лицевой и обратной сторонах панелей.

Все ключи, кнопки и рукоятки управления должны иметь надписи, указывающие операцию, для которой они предназначены ("включить", "отключить"). Сигнальные лампы и другие сигнальные аппараты должны иметь надписи, указывающие характер сигнала. При использовании

условных обозначений на видном месте вывешивается таблица или схема, которая расшифровывает их.

Специальная роль отводится предупредительным плакатам и знакам безопасности. Различают плакаты: постоянные и переносные.

### **Применение малых напряжений**

Малое напряжение – это напряжение не более 42 В, применяемое в целях уменьшения опасности поражения электрическим током. Наибольшая степень безопасности достигается при напряжениях до 10 В. При таком напряжении ток, как правило, не превышает 1...1,5 мА. Однако в помещениях повышенной опасности ток может значительно превысить эту величину, что представляет опасность поражения человека.

На практике применение очень малых напряжений ограничено шахтерскими лампами (2,5 В) и некоторыми бытовыми приборами. Однако эти напряжения не обеспечивают полной безопасности, а лишь существенно снижают опасность поражения электрическим током.

Источником малых напряжений может быть батарея гальванических элементов, аккумулятор, трансформатор.

Применение малых напряжений 12,36 и 42 В ограничивается ручным электрофицированным инструментом, ручными переносными лампами местного освещения в помещениях с повышенной опасностью и особо опасных.

### **Разделение электрической сети**

Разделение электрической сети на отдельные электрически не связанные между собой участки проводится с помощью разделительного трансформатора. В сетях с изолированной нейтралью это повысит сопротивление изоляции и уменьшит ёмкость относительно земли по сравнению с сетью в целом. В сетях с глухозаземлённой нейтралью в некоторых случаях при питании нагрузки в условиях повышенной опасности также применяется разделение сетей. Разделительные трансформаторы применяются в качестве меры защиты в условиях повышенной опасности, например, в сетях большой протяжённости и разветвлённости, в передвижных электроустановках, для питания ручного инструмента и т.д.

### **Зануление**

При появлении напряжения на корпусах электрооборудования опасность поражения током может быть устранена путем быстрого отключения этого

оборудования от питающей электросети. Такой принцип защиты людей осуществляется путем зануления корпусов оборудования.

Занулением называется преднамеренное электрическое соединение с нулевым защитным проводником металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением. Принцип действия зануления состоит в том, что при замыкании какой-либо фазы на корпус зануление приводит к однофазному короткому замыканию и быстрому росту тока замыкания до такой величины, которая обеспечивается срабатыванием защиты и автоматическим отключением электрооборудования от питающей электросети. Аппаратами защиты могут быть: плавкие предохранители, максимальные автоматы защиты от токов короткого замыкания и др.

### **Токи утечки. Средства защиты**

Одной из основных причин пожаров и взрывов в шахтах является возникновение электрической искры достаточной мощности, от которой воспламеняется метановоздушная смесь. Эти искры зачастую обусловлены токами утечки между токоведущими частями и землей, возникающими в местах повреждения изоляции кабелей и электроустановок.

Поскольку непосредственное измерение токов утечки не представляется возможным, для защиты от них применяются устройства непрерывного контроля сопротивления изоляции, аналогичные по своему принципу устройствам, применяемым в сетях напряжением до 1000 В.

Для защиты шахтных сетей отечественной промышленности выпускаются аппараты защиты типов АЗШ, АЗУР и др., которые измеряют общее активное сопротивление сети относительно земли и при снижении его ниже заранее установленного предела отключают сеть от напряжения. При этом токи утечки могут превышать предельные значения искробезопасных токов утечки в отдельных фазах. Таким образом, эффективная защита от токов утечки в шахтных сетях в настоящее время практически отсутствует.

Токи утечки, проходящие в активных сопротивлениях изоляции, могут превышать безопасные значения и вызывать пожары и взрывы, что подтверждается нередкими авариями, инициированными токами утечки в шахтах.

### **Блуждающие токи**

Блуждающие токи – это токи утечки в землю с заземленных электрических устройств.

На горных работах блуждающие токи могут вызвать поражение людей, пожары, преждевременные взрывы электродетонаторов, помехи в каналах

связи, усиление коррозионного разрушения. В коррозионном отношении особенно опасны блуждающие токи от источников постоянного тока. Для защиты стальных трубопроводов применяют катодную поляризацию. Для ограничения величины блуждающих токов от токоведущих рельсовых путей производят их секционирование, уменьшение электрического сопротивления стыков.

Для устранения опасностей, связанных с блуждающими токами при ведении взрывных работ:

- все электроустановки обесточить;
- устранить утечки;
- стыковые соединения между рельсами выполняются тщательно;
- регулярно измерять величину блуждающих токов;
- применяют специальные электродетонаторы пониженной чувствительности к посторонним токам.

Для защиты от воздействия блуждающих токов применяют пневмозарядные и в качестве сенсibilизатора тротил или крупнодисперсный алюминий.

### ***Дополнительные требования для рудников***

Эксплуатация электроустановок (электрооборудования, сетей электропитания) объектов разработки рудных, нерудных и россыпных месторождений подземным способом должны осуществляться в соответствии с настоящими Правилами и действующими нормативными требованиями по безопасной эксплуатации электроустановок.

На каждой шахте должны быть в наличии оформленные в установленном порядке:

- схема электроснабжения, нанесенная на план горных работ, утвержденная техническим руководителем. На схеме указываются силовые и электропроводящие сети, места расположения электроустановок (трансформаторных подстанций, распределительных устройств и т.п.);

- принципиальная однолинейная схема с указанием силовых сетей, электроустановок (трансформаторных подстанций, распределительных устройств и т.п.), рода тока, сечения проводов и кабелей, их длины, марки, напряжения и мощности каждой установки, всех мест заземления, расположения защитной и коммутационной аппаратуры, уставок тока максимальных реле и номинальных токов плавких вставок предохранителей, установок тока и времени срабатывания защит от однофазных замыканий на землю, токов короткого замыкания в наиболее удаленной точке защищаемой линии.

Все происшедшие в процессе эксплуатации изменения в схеме электропитания, нанесенной на план горных работ, должны отражаться на ней по

окончании работ за подписью лица, ответственного за электрооборудование объекта.

Для организации безопасного обслуживания электроустановок и сетей должны быть определены и оформлены распоряжениями руководства организации границы обслуживания электротехническим персоналом, назначены лица, ответственные по организации и структурным подразделениям.

Лица, ответственные за безопасную эксплуатацию электроустановок, должны быть обучены и аттестованы на знание правил безопасной эксплуатации электроустановок.

При работе в электроустановках и на линиях электропередачи должны выполняться организационные и технические мероприятия, предусмотренные соответствующей нормативной документацией.

При обслуживании электроустановок необходимо применять электрозащитные средства (диэлектрические перчатки, боты и ковры, указатели напряжения, изолирующие штанги, переносные заземления и др.) и индивидуальные средства защиты (защитные очки, монтерские пояса и др.).

Защитные средства должны удовлетворять действующим требованиям правил применения и испытания средств защиты, используемых в электроустановках, и государственных стандартов охраны труда и подвергаться обязательным периодическим электрическим испытаниям в установленные сроки.

Перед каждым применением средств защиты необходимо проверить их исправность, отсутствие внешних повреждений, загрязнений, срок годности по штампу.

Пользоваться средствами с истекшим сроком годности запрещается.

Персонал, допускаемый к работе с электротехническими устройствами, электрифицированным инструментом или соприкасающийся по характеру работы с электроприводом машин и механизмов, должен иметь квалификационную группу по электробезопасности.

Все работники организации должны быть обучены способам освобождения пострадавших от действия электрического тока, оказания первой помощи пострадавшему от действия электрического тока и других травмирующих факторов.

Вновь смонтированные или реконструированные электроустановки, а также технологическое оборудование и пусковые комплексы, питающиеся от электроустановок, должны приниматься в эксплуатацию в порядке, предусмотренном действующими нормами и правилами безопасной эксплуатации электрооборудования.

Плавкие вставки предохранителей должны быть калиброваны заводом-изготовителем или электротехнической лабораторией с указанием на

клейме номинального тока вставки. Запрещается применение некалиброванных плавких вставок и плавких вставок без патронов-предохранителей. Замена их должна производиться при снятом напряжении.

Запрещается в шахтах применение сетей с глухозаземленной нейтралью трансформаторов, за исключением специальных трансформаторов, используемых только для питания преобразовательных устройств контактных сетей электровозной откатки.

Для защиты людей от поражения электрическим током должны применяться защитное заземление, а в подземных электроустановках напряжением до 1140 В также и аппараты защиты от утечки токов с автоматическим отключением поврежденной сети. Общее время отключения поврежденной сети напряжением 380, 660 В и контактных сетей не должно превышать 0,2 с, а при напряжении 1140 В – 0,12 с.

Заземление установок осуществляется с помощью специальных заземляющих устройств, состоящих из заземлителя и заземляющих проводников. Заземлители делятся на главные и местные.

На шахте должно быть не менее двух главных заземлителей (основного и резервного), установленных в зумпфе и водосборнике, соединенных полосой (тросом) сечением не менее 100 мм<sup>2</sup> с заземляющим контуром околоствольных электромашинных камер и центральной подземной подстанции заземляющий контур выполняется из стальной полосы сечением не менее 100 мм<sup>2</sup>. Местные заземлители устраиваются:

- а) в каждой распределительной или трансформаторной подстанции;
- б) у каждого стационарного или передвижного распределительного пункта;
- в) у каждого индивидуально установленного выключателя или распределительного устройства;
- г) у каждой кабельной муфты. Для сетей стационарного освещения допускается устройство местного заземления через каждые 100 м кабельной сети;
- д) у отдельно установленных машин.

Допускается установка одного заземлителя на группу заземляемых объектов. Заземлитель подсоединяется полосой или тросом к сборке заземляющих проводников (шин), выполненных из стали или меди с минимальным сечением соответственно 50 или 25 мм<sup>2</sup>.

В качестве проводников, связывающих местные и главные заземлители, должны использоваться стальная броня и свинцовая оболочка бронированных кабелей или другие проводники.

Конкретные требования к устройству заземлителей, выполнению заземления электрооборудования, кабелей и других подлежащих заземлению конструкций кабельных муфт, передвижного и переносного электрооборудования, трубопроводов, а также к порядку осмотра и измерению сопро-

тивления защитных заземлений определяются техническими условиями по устройству, осмотру и измерению сопротивления защитных заземлений, согласованному с Ростехнадзором России.

Общее переходное сопротивление заземлению устройства, измеренное как у наиболее удаленных от зумпфа заземлителей, так и у любых других заземлителей, не должно превышать 2 Ом.

Результаты осмотра и измерений заземления заносятся в "Журнал осмотра и измерения заземления".

Персонал, работающий на электроустановках, обязан ежемесячно производить наружный осмотр защитных заземлений. В случае неисправности заземления установка должна быть немедленно отключена до приведения заземления в исправное состояние.

На каждой шахте не реже одного раза в три месяца специально выделенными и обученными лицами должен производиться осмотр всех заземляющих устройств и измерение общего сопротивления заземляющей сети в соответствии с действующими техническими условиями.

Сопротивление заземления необходимо измерить также перед включением вновь смонтированной или перенесенной установки.

На каждом пусковом аппарате должна быть четкая надпись, указывающая включаемую им установку или участок, величину уставки тока срабатывания реле максимального тока или номинального тока плавкого предохранителя.

Запрещается:

а) оперативное обслуживание электроустановок напряжением выше 1140 В без защитных средств (диэлектрических перчаток, бот или изолирующих подставок);

б) ремонтировать, присоединять и отсоединять электрооборудование и кабели, находящиеся под напряжением выше 42 В;

в) эксплуатировать электрооборудование при неисправных средствах взрывозащиты, блокировках, заземлении, аппаратах защиты, нарушении схем управления и защиты и поврежденных кабелях;

г) иметь под напряжением неиспользуемые электрические сети, за исключением резервных;

д) изменять заводскую конструкцию и схему электрооборудования, схемы аппаратуры управления, защиты и контроля, а также градуировку устройств защиты на шахте, за исключением случаев, когда такие изменения согласованы с заводом-изготовителем;

е) снимать с аппаратов знаки, надписи, пломбы лицам, не имеющим на это права.

Электродуговая сварка в подземных выработках и надшахтных зда-

ниях проводится по наряду в соответствии с проектом производства работ.

Центральные подземные подстанции (ЦПП), людские и грузо-людские шахтные подъемные установки, вентиляторы главного проветривания, сетевые и питательные насосы котельных должны быть обеспечены питанием двумя взаимозаменяемыми кабельными линиями от разных секций одной из поверхностных подстанций, а главные водоотливные установки – от ЦПП.

### **Электрические проводки**

Для передачи и распределения электрической энергии в подземных выработках должны применяться кабели с оболочками или защитными покрытиями, не распространяющими горение:

а) для стационарной прокладки по горизонтальным и наклонным (до 45 град.) выработкам – бронированные кабели в свинцовой, поливинилхлоридной или алюминиевой оболочке.

По вертикальным и наклонным (свыше 45 град.) выработкам для новой прокладки должны применяться силовые и контрольные кабели с проволочной броней в свинцовой, алюминиевой или поливинилхлоридной оболочке с поливинилхлоридной, резиновой или бумажной изоляцией (с обедненной или нестекающей пропиткой);

б) для питания передвижных машин и механизмов, а также для электроустановок в очистных блоках, в сетях напряжением 380 660 В – гибкие экранированные кабели;

в) для присоединения передвижных участков подстанций – бронированные кабели с проволочной или ленточной броней;

г) для осветительных проводок в негазовых шахтах бронированные или в поливинилхлоридной оболочке. Любые другие виды проводок могут быть допущены к применению органами Госгортехнадзора на основании заключений специализированных институтов.

Запрещается прокладка силовых кабелей по наклонным стволам и уклонам, подающим свежий воздух и оборудованным рельсовым транспортом, а также по вертикальным стволам с деревянной крепью.

Для контрольных цепей и цепей управления, прокладываемых по вертикальным и наклонным выработкам с углом наклона свыше 45 град., должны применяться контрольные бронированные кабели в горизонтальных и наклонных выработках при угле наклона до 45 град., допускается использование гибких кабелей, допущенных к применению в установленном порядке.

Для линий всех видов телефонной связи должны применяться шахтные телефонные кабели.

Для устройств сигнализации и связи, питаемых напряжением не свыше 24 В в шахтах, не опасных по газу и пыли, допускается выполнение линий голыми или полевыми проводами.

Требования безопасности при прокладке бронированных и гибких кабелей в выработках различного назначения с разным углом наклона и выполнении различных видов соединений кабельных линий регламентируется техническими условиями, согласованными с Госгортехнадзором России.

### **Электрические машины и аппараты**

В подземных выработках должны применяться аппараты, электрические машины, трансформаторы и приборы в рудничном исполнении.

Допускается в капитальных сухих выработках шахт, не опасных по газу и пыли, применение электрооборудования в нерудничном (закрытом, защищенном) исполнении.

Для питания ручных электрических машин и инструментов (сверл, отбойных молотков, паяльников, электропил и др.) должно применяться напряжение не выше 220 В.

Для питания стационарных приемников электрической энергии, передвижных подстанций, а также при проходке стволов допускается применение напряжения не выше 6000 В.

Для питания передвижных приемников электрической энергии (кроме передвижных подстанций) допускается применение напряжения не выше 1140 В.

Для питания цепей управления допускается: для стационарных механизмов напряжение до 60 В, если заводской конструкцией аппаратов предусмотрено указанное напряжение; для передвижных механизмов при кабельной проводке – не выше 42 В.

Запрещается применять в подземных выработках при напряжении до 1140 В коммутационные и пусковые аппараты, содержащие масло или другую горючую жидкость.

Мощность короткого замыкания в подземной сети рудника не должна превышать половины предельной отключающей способности любого из отключающих аппаратов.

### **Камеры для электрических машин и подстанций**

Все вновь строящиеся электромашинные камеры и камеры подстанций, в которых устанавливается электрооборудование с масляным заполнением со сроком службы более одного года, должны быть закреплены несгораемым материалом.

Электромашинные камеры, не имеющие электрооборудования с масляным заполнением со сроком службы более одного года, допускается закрепить металлической крепью с несгораемой затяжкой, а со сроком службы до одного года – деревянной крепью, защищенной нанесенным на металлическую сетку слоем цементного раствора, толщиной не менее 10 мм.

Все сбойки и входы в камеры, а также прилегающие к ним горные выработки на расстоянии не менее 5 м в обе стороны от камеры и против самой камеры должны быть закреплены тем же материалом, что и камера.

Уровень поля камеры центральной подземной подстанции и главного водоотлива должен быть не менее чем на 0,5 м выше отметки головки рельсов околоствольного двора в месте сопряжения его со стволом, по которому проложены водоотливные трубы.

Центральная подземная подстанция, питающая насосную станцию главного водоотлива, должна быть соединена с ходком, выходящим из насосной и примыкающим к стволу на высоте не менее 7 м от уровня почвы околоствольного двора, а с околоствольным двором соединена ходком с герметической дверью, которая должна быть рассчитана на давление 0,1 МПа.

В камерах, где установлено электрооборудование, помимо сплошных пожарных дверей, должны быть решетчатые двери с запорным устройством. Двери камер, в которых нет постоянного обслуживающего персонала, должны быть закрыты. У входа камеры должны быть вывешены знаки "Вход посторонним запрещается", а в камере на видном месте должны быть укреплены соответствующие предупредительные плакаты.

Токоведущие части электроаппаратуры в новых центральных насосных камерах и камерах центральных подземных подстанций должны быть на высоте не менее 1 м от головки рельсов околоствольного двора.

В камерах подстанций длиной более 10 м должны быть два выхода, расположенные в наиболее удаленных друг от друга частях камеры.

Между машинами и аппаратами в камерах должны быть оставлены проходы, достаточные для транспортирования машин и аппаратов при их ремонте или замене, но не менее 0,8 м. Со стороны стен камер должны оставаться монтажные проходы шириной не менее 0,5 м.

Передвижные трансформаторные подстанции, комплектные распределительные устройства должны размещаться в хорошо закрепленных и удобных для обслуживания местах, быть защищены от капежа и механических повреждений и не мешать работе транспорта и передвижению людей. Расстояние от электрооборудования до подвижного состава или конвейера должно быть не менее 0,8 м. В случае размещения электрооборудования в заездах должен быть устроен барьер, исключаяющий заезд подвижного состава на участок, где оно установлено.

Запрещается устройство специальных маслосборных ям в подземных камерах, оборудованных аппаратами и трансформаторами, содержащими масло.

Перед выходом из камеры должен быть устроен пологий вал на высоту не менее 100 мм над уровнем пола камеры.

Стены и потолок машинных и трансформаторных камер должны быть побелены. В камерах не должно быть капежа.

### **Защита кабелей, электродвигателей и трансформаторов**

В подземных сетях напряжением выше 1140 В должна осуществляться защита линий, трансформаторов и электродвигателей от токов короткого замыкания и утечек (замыканий) на землю.

На отходящих линиях (центральной подземной подстанции) ЦПП защита от токов короткого замыкания и утечек (замыканий) на землю должна быть мгновенного действия (без выдержки времени).

На линиях, питающих ЦПП, допускается применение максимальной токовой защиты с ограниченно зависимой выдержкой времени и отсечкой мгновенного действия, зона действия которой охватывает и сборные шины ЦПП, а также защиты от замыканий на землю с выдержкой времени до 0,7 с.

Для электродвигателей должны предусматриваться также защита от токов перегрузки и нулевая защита.

Электроаппаратура должна иметь блокировки против подачи напряжения на линии и электроустановки при повреждении их изоляции относительно земли и коротком замыкании.

При напряжении до 1140 В должна осуществляться защита:

а) трансформаторов и каждого отходящего от них присоединения от токов короткого замыкания – автоматическими выключателями с максимальной токовой защитой;

б) электродвигателей и питающих их кабелей:

от токов короткого замыкания – мгновенная или селективная в пределах до 0,2 с;

от токов перегрузки или от перегрева;

нулевая;

от включения напряжения при сниженном сопротивлении изоляции относительно земли;

в) электрической сети от опасных токов утечки на землю – автоматическими выключателями в комплексе с одним аппаратом защиты на всю электрически связанную сеть (подключенную к одному или группе параллельно работающих трансформаторов); при срабатывании аппарата защиты токов

утечки должна отключаться вся сеть, подключенная к указанным трансформаторам, за исключением отрезка кабеля длиной не более 10 м, соединяющего трансформаторы с общесетевым автоматическим выключателем.

Общая длина кабелей, присоединенных к одному или параллельно работающим трансформаторам, должна ограничиваться емкостью относительно земли величиной не более 1 мкф на фазу.

Вся защитная аппаратура должна иметь блокировки против подачи напряжения на линии и электроустановки с пониженным сопротивлением изоляции относительно земли и после срабатывания защиты максимального тока.

Выбор отключающей аппаратуры устройств релейной защиты, величин установки тока срабатывания реле максимального тока автоматических выключателей, магнитных пускателей и станций управления, а также номинальный ток плавной вставки предохранителей, а также расчет и проверка параметров срабатывания этих устройств должны производиться в соответствии с действующими нормативными требованиями по безопасной эксплуатации электроустановок.

### **Управление машинами и механизмами**

Запрещается применение схем, допускающих подачу напряжения на машины и механизмы и управления ими (кроме вентиляторов местного проветривания – ВМП) одновременно с двух и более мест.

Все забойные машины должны присоединяться к сети при помощи магнитных пускателей или специальных магнитных станций (станций управления).

Управление этими пускателями и магнитными станциями должно осуществляться дистанционно с пультов, расположенных на самих машинах или вблизи от них.

Машины с многодвигательным приводом, на которых для управления отдельными электродвигателями установлены магнитные станции или ручные выключатели, также должны присоединяться к сети при помощи пускателей с дистанционным управлением.

Схема управления забойными машинами и механизмами должна обеспечивать:

нулевую защиту;

непрерывный контроль заземления корпуса машины;

защиту от самопроизвольного включения аппарата при замыкании во внешних цепях управления.

Запрещается применять однокнопочные посты для управления магнит-

ными пускателями, кроме случаев, когда эти посты применяются только для отключения.

Перед выполнением ремонтных и вспомогательных работ на подвижных частях машин напряжение должно быть снято и должны быть приняты меры, исключающие внезапный пуск машины.

### **Освещение лампами, питаемыми от электрической сети**

Все рабочие места, а также лестницы, проходы для людей, автотранспортные, железнодорожные и другие пути должны иметь основное и аварийное освещение от независимого источника питания. Во всех местах допускается применение для аварийного освещения индивидуальных аккумуляторных светильников.

Сетевыми светильниками должны освещаться все действующие рабочие зоны, а также все горные выработки, служащие для транспортирования грузов и передвижения людей (кроме выработок, предназначенных только для доставки грузов).

Допускается, по согласованию с территориальным органом Госгортехнадзора России, не применять освещение горных выработок, за исключением действующих рабочих зон и стационарных рабочих мест (рудворы, камеры электровозных депо, зарядные и т.п.) при условии наличия системы беспроводного индивидуального оповещения об аварии.

Очистные забои должны освещаться переносными светильниками напряжением до 36 В, а при высоте камер более 4 м – прожекторами с напряжением не выше 127 В.

В шахтах должны применяться светильники в рудничном исполнении. Допускается применение для освещения ламп напряжением не выше 24 В без арматуры.

Для питания подземных осветительных установок необходимо применять напряжение (линейное) не выше 127 В.

Для стационарного люминесцентного освещения допускается линейное напряжение 220 В.

Для выработок, подлежащих освещению лампами, питаемыми от электрической сети, устанавливаются минимальные нормы освещенности, приведенные в приложении 4.

Для питания светильников в подземных выработках запрещается применять трансформаторы в нормальном (нерудничном) исполнении.

---

---

## Глава 14 АВАРИИ НА ГОРНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

---

Одной из основных проблем угольной промышленности России является постоянное ухудшение состояния шахтного фонда, рост издержек производства и опасности проведения горных работ. В стране действуют 268 шахт, из них больше половины эксплуатируется свыше 40 лет. Почти половина шахт не реконструировалась. Изношенность оборудования, машин и основных фондов составляет 70% и более. Подъемные и вентиляционные установки, обеспечивающие жизнедеятельность шахт, устарели и требуют замены. На большинстве угольных предприятий отсутствуют эффективные средства борьбы с пылью. Концентрация угольно-породной пыли при бурении, погрузке и транспортировании угля превышает предельно допустимую концентрацию до 80 раз, а во многих случаях – до 100-150 раз.

подавляющая часть аварий в подземных условиях происходит при взрывах угольной пыли и газа на шахтах и рудниках. Такие взрывы обычно сопровождаются пожарами, обрушениями и поражениями людей.

### 14.1. Пожары и взрывы на угледобывающих предприятиях

Разрушение массива горных пород с целью добычи полезного ископаемого сопровождается выделением с горных выработок газов и образованием пыли.

Взрывчатыми свойствами обладают пыли угольных, сланцевых, серных, медных, серноколчеданных и других полезных ископаемых.

В соответствии с действующими правилами шахты, на которых хотя бы на одном пласте (залежи) обнаружены горючие газы, относятся к опасным по газу и на них распространяется газовый режим.

Пылевой режим распространяется на те пласты или залежи, пыль которых взрывается. Так, к опасным по пыли относят пласты угля (горючих сланцев) с выходом летучих веществ 15% и более, а также пласты угля с выходом менее указанного значения, если их взрывчатость установлена лабораторными испытаниями.

Взрывоопасная ситуация может возникнуть при следующих обстоятельствах: скоплении такого количества горючего вещества, которое, находясь в воздухе, образует взрывчатую концентрацию, и наличие *ис-*

*точника высокой температуры*, способного воспламенить горючее вещество. Таким образом, общие принципы проведения мероприятий газового и пылевого режимов строят, с одной стороны, на недопущении взрывоопасных скоплений газа и пыли, а с другой – на предотвращении появления источника высокой температуры, способного воспламенить взрывчатую среду.

Избежать образования взрывоопасных концентраций можно посредством применения таких способов и средств, которые уменьшают выход взрывоопасных примесей при разрушении массива (например, нагнетание воды в пласт, дегазация), удаляют их с рабочих мест (пылеулавливание, проветривание), нейтрализуют (осланцевание, подача в пожарные участки инертных газов) и подавляют (орошение). Помимо перечисленных *активных способов* борьбы используют и *пассивные* – заблаговременную обработку пласта, например, бактериями, пожирающими метан, контроль за содержанием взрывоопасных примесей в горных выработках и оборудование камер-убежищ. К пассивному способу борьбы можно также отнести способы локализации взрывов для уменьшения числа жертв взрыва, что достигается применением различного рода заслонов, разветвлением сети горных выработок на возможно большое число параллельных ветвей и др.

Появление источника открытого огня предотвращают путем использования специально изготовленного оборудования (взрыво- и искрозащитного), соблюдения особого порядка производства взрывных работ, запрещения курения и др.

Взрывчатые свойства газов и пылей имеют много общего (близкая по величине температура воспламенения, нижней и верхней пределы взрываемости и др.). Однако и имеются существенные различия. Поэтому, несмотря на общие методические основы разработки газового и пылевого режимов, способы и средства борьбы с пылью и газами различны.

Травматизм от взрыва газа и пыли на угольных шахтах составляет около 10% общего, на рудниках – менее 1%. Как правило, это групповой травматизм с тяжелыми последствиями. Именно последним обстоятельством определяется социальная значимость предупреждения взрывов газопылевоздушных смесей в шахтах и защита персонала.

В современных условиях борьбу ведут в следующих направлениях:

- предотвращение образования пыли и газовыделений;
- недопущение опасных концентраций газа и пыли в шахтной атмосфере;
- исключение возникновения теплового импульса;
- ограничение масштаба (локализация) взрывов;
- защита персонала при взрыве.

## Механизм взрыва газопылевоздушных смесей

Типы воспламенения газопылевоздушных смесей. Взрывом называют воспламенение, сопровождающееся ударной волной. Быстрый рост давления во фронте пламени, передаваемого от слоя к слою, рождает ударную волну, которая распространяется перед фронтом пламени со скоростью звука 330 м/с.

Типы воспламенения разделяют по давлению в ударной волне, скорости распространения пламени и температуре во фронте пламени. Эти показатели зависят от большого числа условий, главными из которых являются концентрация горючего газа в газовой смеси, начальные давление и температура смеси, гидравлическое сопротивление продвижению фронта пламени и условия теплоотдачи из очага. Переход вспышки во взрыв требует низкого гидравлического сопротивления, особенно отсутствия поворотов, сужений, расширений горной выработки, преград (дверей, перемычек, транспортных сосудов и т.д.), а также сохранения высокой температуры во фронте пламени (для метановоздушной смеси, например, не ниже 1300°C, что возможно при малой теплоотдаче из фронта горения).

Особое место занимает **детонация** – взрывной процесс, скорость распространения которого в 3-20 раз больше скорости звука в данной среде при обычных термодинамических условиях, а давление при этом достигает 2-5 МПа даже для газопылевоздушных смесей.

Обычное воспламенение перерастает в обычный взрыв (взрывное горение) постепенно, скорость и давление увеличиваются плавно.

Взрывное горение переходит в детонацию скачкообразно, толчками, которые сопровождаются разгоном фронта пламени до сверхзвуковой скорости. Каждый толчок связан с ростом давления перед фронтом пламени и соответствующим повышением температуры. Это в свою очередь вызывает рост скорости фронта воспламенения в газовой смеси.

**Скорость распространения** фронта детонации после его разгона остается для данных условий постоянной и зависит главным образом от состава горючей смеси и в меньшей степени от исходных давлений, температуры, ширины канала и действующего активного сопротивления среды. В узких каналах (щелях) детонация может выродиться во взрывное и даже обычное горение.

Давление в детонационной волне более 2 МПа, что достаточно для воспламенения газовой смеси при адиабатическом сжатии.

Инициирование взрывного процесса существенно зависит от интенсивности зажигания.

## Особенности взрыва газовоздушных смесей

Смесь метана с воздухом при температуре 600°C воспламеняется через 10°C, при 1000°C – через доли секунды, а при 1300°C взрывается. Время, необходимое для воспламенения метановоздушной смеси, называется *индукционным периодом*. Детонацию легко вызывают детонаторы. Характер процесса зависит от давления во фронте горения. Широко известен опыт с зажиганием метановоздушной смеси у открытого и закрытого концов трубы. В первом случае вследствие свободного расширения газов из фронта горения возникает тихое пламя, а во втором – вследствие роста давления из-за активного инерционного и гидравлического сопротивления среды происходит взрыв (взрывное горение).

Сверхзвуковая детонационная волна захватывает в процесс взрыва лишь витающую пыль. Осевшая пыль не успевает подняться и не участвует в детонационном взрыве. Однако при притоке воздуха и пополнении атмосферы кислородом поднятая волной детонации пыль может участвовать во вторичном, как правило, тепловом взрыве.

При росте объемной доли горючего в смеси газов взрываемость вначале нарастает, а затем снижается метановоздушная смесь, наиболее легко воспламеняется при доле метана по объему 6%, а взрыв наибольшей силы происходит при доле метана по объему 9,5%.

Пределы взрывчатости смесей горючих газов с воздухом при нормальных термодинамических условиях для метана составляют 5,3-16%, этана 3,2-12,5%, ацетилена 3-65%, оксида углерода 12,5-75% и водорода 4,1-74%.

"Треугольник взрываемости" для других горючих газов имеет тот же вид, что и для метана. Нижний предел взрываемости зависит от рода воспламенителя и его температуры.

Так, в металлических трубах удавалось воспламенить раскаленной пылью смесь 4,8% метана с воздухом.

**Особенности взрыва пылевоздушных смесей.** Степень взрывчатости пыли зависит от размеров поверхности пылинок, выражаемой обычно через их диаметры, состава пыли (химического и минерального выхода летучих продуктов при нагреве (для угольной пыли), количества витающей пыли, наличия в атмосфере горючих газов и влажности пыли и атмосферы.

В шахтах происходят в основном пылевые взрывы сульфидной, серной и угольной пыли. О степени взрывчатости пыли в лабораторных условиях судят по давлению в месте взрыва длине пламени и температуре.

Пыль угольных пластов наиболее взрывчата при диаметре пылинок 0,1-0,04 мм, для некоторых марок углей при диаметре 0,01-0,06 мм, хотя во

взрыве участвует и более тонкая пыль, а также пыль, состоящая из частиц размером 0,75-1 мм.

Максимум взрывчатости (давления взрыва) у разных марок углей различен. Угольная пыль не взрывается при содержании в ней 60-70% золы или инертных частиц. Степень взрывчатости угольной пыли связана с выходом летучих.

Угольная пыль становится взрывчатой, если выход летучих из угля составляет 10% и более. Так угольная пыль содержащая 16% летучих взрывается при наличии 125 г пыли в 1 м<sup>3</sup> воздуха, а содержащая 25% летучих – при 100 г в 1 м<sup>3</sup> воздуха.

Пылегазовые смеси взрываются легче газоздушных. Это обусловлено тем, что угольная пыль возгорается при температуре 300-365°С. Буроугольная – при 200-230°С. Метановоздушная смесь самовоспламеняется при температуре около 500°С, а при внешнем тепловом импульсе воспламенение происходит при 600-700°С. Теплопередача во фронте горения пылегазовоздушной смеси от слоя к слою ускоряется посредством излучения, которое незначительно для чисто газовых смесей. Нижний предел взрывчатости для пылегазовоздушных смесей значительно снижается:

Доля метана в воздухе по объему, %	0,5	1	2	3
Взрывчатая концентрация угольной пыли не менее, г/м <sup>3</sup>	30	20	10	5

Наиболее взрывчата сухая угольная пыль (влажность угля 2-3%), буроугольная пыль является особенно взрывчатой при влажности 9-15%. что соответствует высушенному бурому углю.

При взрыве сгорание частиц угля происходит на 20-40%, а скорость выгорания пропорциональна квадрату их диаметра. С уменьшением содержания кислорода скорость пламени уменьшается. Нижний предел содержания кислорода, при котором взрывается пылеугольная – метановоздушная смесь, составляет около 16%.

Взрывчатость серной и сульфидной (колчеданной) пыли зависит от крупности частиц. Наиболее взрывоопасна сульфидная пыль крупностью около 0,1 мм. Ее взрывчатость во многом определяется содержанием серы. Нижний взрывоопасный уровень содержания серы в руде принят равным 12%. Для сульфидной пыли нижний взрывоопасный уровень содержания серы в руде составляет 35%. Взрывчатость серосодержащей пыли существенно зависит от влажности. При влажности 10% такая пыль не передает взрывной импульс.

Серная пыль при наличии теплового импульса, например, взрыва, выгорает при любой концентрации. Передача взрывного импульса в сульфидной пылевоздушной смеси происходит при концентрации 0,25-1,5 г/м<sup>3</sup> и более.

## Условия возникновения взрывов в шахте

**Причины взрывов.** Наибольшую опасность взрывы пылегазовых смесей представляют для угольных шахт. Причинами образования взрывоопасной метановоздушной среды в угольных шахтах являются: прекращение вентиляции по организационным и техническим причинам – 28,6%; неудовлетворительное состояние вентиляционных трубопроводов – 14,3%; завал выработок – 14,3%; неправильный расчет количества воздуха 14,3%; скопление метана в выработанном пространстве – 11,4%; скопление метана в куполах, слоевые скопления – 8,6%; выбросы метана – 2,8%; неправильное разгазирование атмосферы выработок – 2,8%.

На шахтах с высокой газообильностью и выбросами горных пород и газа успешная борьба с образованием выбросоопасной среды возможна только на основе рационального сочетания вентиляции и дегазации.

Распределение взрывов метановоздушных смесей по местам происшествий следующее: в очистных забоях – 20% случаев; в подготовительных – 51,4%; в прочих действующих выработках 14,2%; в выработанных пространствах – 11,4% и в подземных скважинах – 2,8%.

Причинами образования взрывоопасной метановоздушной среды являются высокая природная газоносность и, следовательно, высокое пластовое давление, которые при поверхности обнажения угленосной толщи во всей сети горных выработок, измеряемой десятками квадратных километров, определяют значительное газовыделение. Газовыделение составляет в среднем 10-30 м<sup>3</sup>, достигая 40-50 м<sup>3</sup> на 1 т добытого угля, а максимальное газовыделение, фиксируемое при определении категорийности шахт, составляет соответственно 30-60 и 120-140 м<sup>3</sup> на 1 т добытого угля.

На эту первичную причину, обусловленную природными условиями, налагаются организационно-технические: непроведение или применение неэффективных способов дегазации, прекращение проветривания, недостаточный контроль состояния шахтной атмосферы, завалы выработок, неисправность вентиляционных сооружений.

Причинами образования взрывоопасной пылевоздушной среды являются взрывоопасность пылей ряда горных пород (уголь, сульфиды), а также интенсивное пылеобразование при их отделении от массива и транспортировании.

В угольных шахтах увеличение пылеобразования обусловлено следующими дополнительными причинами:

- применяемые системы разработки предполагают обнажение угольного пласта на всей площади отработки;
- угольная пыль обладает высокой витаемостью и низкой смачиваемостью;

- интенсивная вентиляция вызывает захват большого количества пыли турбулентным воздушным потоком;
- рост энерговооруженности при механическом отделении и дроблении горных пород (угля) непосредственно в активно проветриваемом рабочем пространстве горных выработок приводит к непрерывному интенсивному запылению их атмосферы на всем протяжении выработок.

**Подземный пожар** – неуправляемое горение, проходящее под землёй. Сопровождается существенными экономическими, социальными и экологическими последствиями.

Подземные пожары могут начинаться в результате аварии, обычно вызывая взрыв газа. Некоторые подземные пожары начались, когда власти взрывали нелегальные горные разработки. Много недавних шахтных пожаров начались по вине людей, сжигающих мусор в ямах поблизости от брошенных угольных шахт.

**Внезапный выброс угля и газа**, динамическое явление, возникающее вследствие быстрого изменения напряжённого состояния насыщенного газом угольного пласта вблизи горной выработки (как правило, груди очистного или подготовительного забоя); сопровождается частичным или полным разрушением угля, бурным выделением газа и образованием потока угля, взвешенного в газе. Характеристикой внезапного выброса является его интенсивность, измеряемая количеством выброшенного угля и дальностью его отброса. Количество выбрасываемого угля составляет от нескольких т до тысяч т, а объём выделяющегося газа – от нескольких м<sup>3</sup> до сотен тысяч м<sup>3</sup>. Горные выработки при этом заваливаются углём на десятки м и заполняются газом, а в пласте образуется полость или каверна, которая на крутых пластах часто имеет грушевидную форму.

Внезапному выбросу часто предшествуют предупредительные признаки (усиленное давление на крепь, шелушение угля, сильный треск в массиве), однако выброс может произойти и неожиданно. С увеличением глубины разработки угольных пластов растёт давление горных пород и газа, увеличиваются частота и сила внезапного выброса. Разработан комплекс мероприятий по прогнозу и предупреждению внезапного выброса; различают несколько видов прогноза: региональный (оценка опасности выброса по данным геологической разведки), локальный (определение опасности по данным обследования механических, фильтрационных, сорбционных, петрографических свойств, структуры угля и пласта в целом) и текущий (улавливание предупредительных признаков или предвестников внезапного выброса, в том числе сейсмоакустическими методами).

Наиболее надёжными способами предупреждения внезапного выброса являются: опережающая разработка защитных пластов, бурение дегазаци-

онных и увлажнительных скважин из штреков для заблаговременного снижения давления газа и увлажнения участка пласта, намеченного к выемке.

## 14.2. Предупреждение обрушения кровли

### Устойчивость пород кровли и ее опробование

Способность пород расслаиваться – один из основных показателей степени их устойчивости и характера обрушаемости. Устойчивость и характер обрушаемости определяются не общей мощностью пород, а мощностью обособленных слоев, на которые они расслаиваются. На степень устойчивости пород большое влияние оказывают природная и тектоническая трещиноватость. Природные трещины располагаются почти перпендикулярно напластованию, а тектонические трещины наклонены к плоскостям напластования. Чем больше развита система трещин, тем более интенсивно будет происходить разрушение пород.

Наибольшую роль при обрушении играют те системы тектонических трещин, которые составляют с обнаженной поверхностью пород более или менее острый угол. По этим системам трещин разряжаются в первую очередь напряжения пород, возникающие вследствие выемочных работ, а также от воздействия силы взрывной волны при взрывных работах. В результате происходит раскрытие тектонических трещин.

Характерной особенностью трещин, вызванных горным давлением, является постоянство их направлений: они располагаются параллельно линии очистного забоя (лавы) или боковым стенкам подготовительных выработок. При хорошем состоянии кровли трещины горного давления не видны или же наблюдаются через значительные расстояния. При напряженном состоянии кровли эти трещины раскрываются довольно широко (до 5-10 см) и могут привести к обрушению пород.

Правильный учет направления тектонических трещин дает возможность предупредить обрушение кровли. Например, большое значение имеет направление плоскостей тектонических трещин – от забоя или на забой. В первом случае слои имеют в качестве основной опоры целики угля. Во втором случае слои, не имея такой опоры, легко расслаиваются на прослой, опирающиеся только на призабойную и специальную крепь. В результате этого кровля оседает, образуя обрезы. Практика показала, что если при направлении плоскостей тектонических трещин на забой линию забоя расположить под углом 15-25° к этим плоскостям, то устойчивость кровли повышается.

Опасность обрушений в значительной мере зависит от скорости подвигания забоев. Так, число завалов лав на шахтах комбината "Кузбассуголь"

при увеличении скорости подвигания в 2 раза (с 20 до 40 м/месяц) снижается более чем в 2 раза. При скорости подвигания очистных забоев от 40 до 50 м/месяц общее количество несчастных случаев почти в 2 раза меньше, чем при скорости подвигания очистных забоев от 10 до 20 м/месяц.

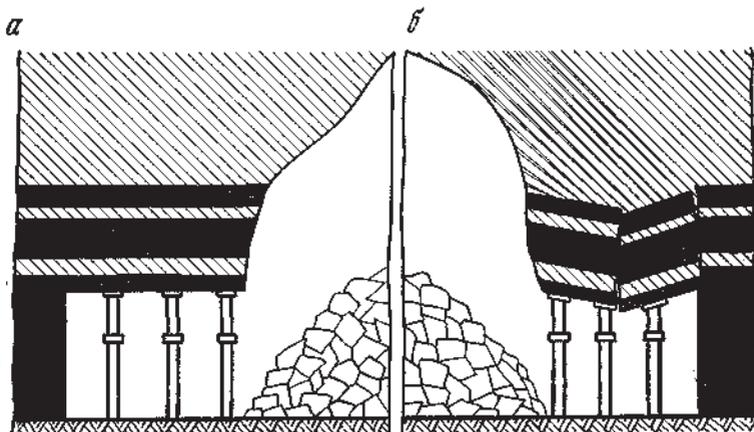


Рис. 14.1. Направление кливажа

Большое влияние на опасность обрушений оказывает способ механизации очистных работ, так как каждому типу выемочной машины соответствует определенная ширина образующегося при ее работе незакрепленного выработанного пространства. При работе широкозахватного комбайна эта ширина больше, чем при работе узкозахватных комбайнов и стругов, а при работе врубовых машин больше, чем при работе широкозахватных комбайнов (с учетом; обнажения, образованного в результате взрывных работ).

В большинстве случаев перед обрушением кровли в очистных выработках вследствие повышения давления начинает с треском ломаться крепь. Кроме того, раздаются треск и как бы выстрелы от разлома пород кровли. Наконец, непосредственно перед обрушением, за несколько секунд (или за более длительный срок) до него, от кровли начинают отслаиваться мелкие частицы породы. Эти признаки являются сигналом работающим о необходимости немедленно удалиться из опасного места.

Для того чтобы заранее убедиться в устойчивости кровли, необходимо периодически проводить ее опробование.

Опробование кровли может проводиться путем забивания металлических клинышков в обнаруженные трещины. Если спустя некоторое время клинышек начнет выпадать или ослабевать, это означает, что трещина расширяет-

ся и есть опасность обрушения кровли. В весьма крепких породах этот способ опробования является наиболее эффективным. Кроме того, применяется способ опробования кровли на звук путем остукивания ее обушком, обухом топора или специальной металлической или деревянной с металлическим закругленным наконечником штангой. Глухой звук означает, что в кровле происходит расслоение породы, грозящее опасностью обрушения. Однако при значительной мощности отслоившейся породы этот способ не позволяет выяснить действительное состояние кровли. Самым эффективным способом является опробование кровли на вибрацию. Он состоит в следующем: пальцами руки упираются в кровлю и на расстоянии около 30 см остукивают кровлю резкими ударами пробником. Слабая вибрация, ощущаемая рукой, свидетельствует о неустойчивости кровли.

Если при опробовании требуется опустить отслоившуюся породу, то для этого пользуются ломом с заостренным на долото концом. Нельзя пользоваться кайлом. В высоких выработках для опробования кровли и опускания породы применяют ломик из граненой стали длиной 2,3-3,0 м с заостренным концом. Таким ломиком можно пользоваться для опускания породы в любых выработках. Опускание отслоившейся породы производят, находясь в защищенном от обрушения месте.

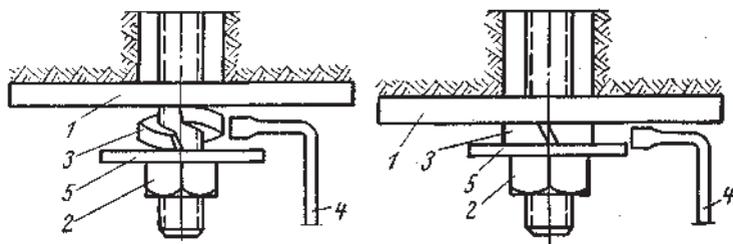
### **Проверка состояния выработок**

В очистных выработках бригадир и рабочие обязаны проверять состояние кровли (на крутых пластах и почвы) и в случае необходимости принять соответствующие меры: подкрепить отделившуюся породу или опустить ее осторожно из безопасного места. Проверка состояния кровли производится в начале смены, во время работы не реже чем через каждые 30 мин и после взрывных работ.

В рудных шахтах кровля и бока очистных забоев должны подвергаться осмотру, остукиванию и оборке в начале смены. Оборку разрешается производить с прочного основания и из безопасного места. При разработке камерно-столбовой системой для осмотра кровли используются самоходные каретки (КСО-25, СП-12), обеспечивающие проведение работ в камерах высотой до 25 м. В этих условиях для оборки кровли целесообразно применять пневморазборщики НИПИГормаша, выполненные в виде длинноходового пневматического молотка.

Подготовительные выработки, закрепленные деревянной, металлической и рамной железобетонной крепью, осматриваются лицами надзора, в ведении которых находятся выработки. Осмотр осуществляется горными мастерами, горными мастерами ПВС и десятниками внутришахтного транспорта

– ежесменно, а начальниками или помощниками начальников участков – ежедневно. В незакрепленных выработках и закрепленных штанговой крепью дополнительно производится не реже двух раз в месяц остукивание и проверка устойчивости кровли и боков, оборка отслоившейся породы. При этом в выработках, закрепленных штанговой крепью, обязательна подтяжка натяжных гаек анкеров, а при необходимости и установка дополнительной крепи.



**Рис. 14.2.** Схема установки пружинных шайб штанговой крепи

Наиболее простой способ контроля натяжения установленных металлических штанг основан на применении пружинных шайб (рис. 14.2). Этот способ состоит в том, что между опорной плиткой 1 (или подхватом) и гайкой 2 помещается пружинная шайба 3, которую можно сжать лишь при усилии, равном предварительному натяжению штанги. Если шайба полностью сжата, значит натяжение штанги не меньше требуемого. Несомкнутые концы шайбы указывают на недостаточное натяжение. В высоких выработках сжатие пружинных шайб проверяют контрольным шупом 4, который при сжатой пружинной шайбе не проходит между подкладкой шайбы 5 и опорной плиткой. Для этой цели можно использовать термически обработанные пружинные шайбы размером  $24 \times 9 \times 9$  и  $27 \times 10 \times 10$  мм из стали марки 65Г (МПС 4М ТУ-4459), широко применяемые на железнодорожном транспорте. Величину реактивного усилия, необходимого для конкретных условий (оно должно быть равно силе натяжения штанги), можно обеспечить, устанавливая на штанге одну или несколько пружинных шайб. Например, для сланцевых шахт рекомендуется устанавливать на каждой штанге по две шайбы размером  $24 \times 9 \times 9$  мм, что обеспечивает реактивное усилие 2,4 Т.

Если при проверке окажется, что у сжатой ранее шайбы концы полностью или частично разведены, необходимо подтянуть гайку. Если вновь шайбу сжать нельзя, то это указывает на разрушение породы в месте соприкосновения ее с деталями замка и уменьшение вследствие этого несущей способности штанги. Таким образом, этот способ контроля дает возмож-

ность не только выявлять слабые участки крепи, но и периодически восстанавливать заданное натяжение штанг.

Выработки, закрепленные сплошной бетонной, железобетонной, каменной и кирпичной крепью, осматриваются лицом надзора, в ведении которого находятся эти выработки. Осмотр, при котором производится оборка отслоившихся кусков, осуществляется не реже одного раза в месяц. Лица надзора при каждом осмотре рабочих мест обязаны производить контрольное обследование кровли.

### **Соблюдение паспорта крепления и управления кровлей**

Основной мерой предупреждения обрушений кровли является выбор рационального способа крепления и управления кровлей, который фиксируется в специальном паспорте. Этот документ определяет принятые для данной выработки способы управления кровлей и крепления, конструкцию крепи, последовательность проведения работ по управлению кровлей и креплению, а также объем этих работ и потребность в крепежных материалах для обеспечения рабочего состояния выработки, безопасности работы и производительной работы машин и механизмов.

Соблюдение паспорта крепления является обязательным независимо от состояния кровли. Ни лица надзора, ни рабочие не имеют право произвольно нарушать принятый паспорт крепления. Они не имеют права нарушать паспорт даже в тех случаях, когда, по их мнению, кровля достаточно безопасна и не требует крепления. Паспорт крепления предусматривает минимальные нормы расхода крепи, но допускает установку дополнительной крепи, если этого требует состояние кровли.

Паспорт составляется для каждой очистной и подготовительной выработки начальником участка и утверждается начальником шахты или главным инженером шахты. На крутых пластах с почвой, склонной к сползанию, и на пластах, опасных по горным ударам и внезапным выбросам угля или газа, паспорта управления кровлей и крепления утверждаются главным инженером комбината. С паспортом крепления и управления кровлей должны быть ознакомлены под расписку как технический надзор участка, так и рабочие, занятые на креплении выработок.

Наиболее распространенной причиной несчастных случаев от обрушения породы и угля в очистных забоях является ведение работ с нарушением паспортов крепления и управления кровлей. Нарушения паспортов крепления и управления кровлей могут быть следствием недостатков, заложенных в самих паспортах.

Для предупреждения случаев нарушения паспорта крепления вследствие отсутствия на месте крепежного материала в очистных выработках должен находиться неснижаемый сменный запас крепежных материалов, располагаемых вдоль забоя и вблизи него на откаточном и вентиляционном штреках. При применении в очистных забоях металлической крепи необходимо иметь на участке запас крепи не менее 5%.

### **Предупреждение опасности обрушений в подготовительных выработках**

Для предупреждения обрушений в забоях подготовительных выработок основное внимание должно быть обращено на то, чтобы постоянная крепь не отставала от забоя. При креплении рамочной или арочной крепью отставание допускается на расстояние не более 3 м при неустойчивой кровле. Погрузка отбитой горной массы, приготовление лунок для стоек постоянной крепи, ее возведение, частичная разборка забоя, бурение шпуров (в случае, когда предусматривается совмещение операций крепления и бурения) производятся под защитой предохранительной временной крепи. Наиболее целесообразно применение выдвинных консольных временных крепей. В качестве прогонов могут служить балки из стали специального профиля, а для прикрепления прогонов к элементам постоянной металлической крепи – быстроразъемные захваты, показанные на рис. 61. При деревянной крепи форма захвата должна соответствовать конфигурации верхнего элемента этой крепи.

При возведении постоянной каменной, бетонной и железобетонной крепи отставание ее от забоя определяется паспортом крепления. При этом отставание временной крепи от забоя допускается на расстояние, не превышающее 2 м.

В весьма слабых и неустойчивых породах (сыпучих, мягких и плывунах, а также обрушенных) выработка проводится с применением передовой крепи, щитов или специальными методами. Наиболее целесообразным является способ цементации пород.

С точки зрения обрушений в действующих подготовительных выработках большое значение имеет применение более совершенных видов крепей. Так, на шахтах Кузбасса в горизонтальных выработках, закрепленных металлической крепью, легких несчастных случаев на каждые 10 000 м выработок происходило на 38%, а тяжелых на 35% меньше, чем в выработках, закрепленных деревянной крепью.

Для поддержания выработок, закрепленных рамной (арочной) крепью вразбежку, бока и кровля затягиваются деревянными, железобетонными за-

тяжками или металлическими сетками. При затяжке кровли и боков выработки металлическими сетками рамы арочной крепи стоят прочно и мало деформируются, а производственный травматизм только в процессе крепления снижается на 60%. Пустоты между крепью и кровлей, а также между крепью и стенками выработок забучиваются, а при больших пустотах над крепью в кровле выкладываются и тщательно расклиниваются костры. Нарушение этого требования может послужить одной из основных причин завалов выработок.

### **Поддержание рабочих пространств очистных забоев**

Наибольшее число травм в очистных забоях (от 70 до 80% от их общего числа в этих забоях) связано с неожиданным обрушением (падением) кусков угля и породы. Поэтому задача поддержания рабочих пространств очистных забоев не только основной, но и временной крепью приобретает большое значение. Металлические стойки, применяемые в качестве основной индивидуальной крепи, обеспечивают безопасность работ в большей степени, чем деревянные. В забоях, закрепленных металлической крепью, травматизм с тяжелым и смертельным исходом в 3,5 раза ниже, чем в забоях с деревянной крепью. Переход на гидрофицированные крепи (стойки равногo сопротивления) приводит к снижению травматизма в 5 раз.

В рудных шахтах наибольшее число травматизма от обрушений зарегистрировано в камерах горизонтов грохочения и в выработках горизонтов скреперования и выпуска. Поэтому при увеличении высоты указанных выработок более чем на 15% работы прекращаются до восстановления их в соответствии с проектом.

Механизированные крепи внедрены еще не на всех шахтах, и поэтому посадка кровли в некоторых случаях производится на индивидуальную стоечную крепь. Эта посадка осуществляется механизированным, взрывным или ручным способом. Наибольшую опасность представляет ручная посадка, особенно в лавах с деревянной крепью.

Посадка кровли в лавах с деревянной крепью допускается, как правило, только механизированным или взрывным способом. В отдельных случаях с разрешения главного инженера и по согласованию с местными органами Госгортехнадзора на пологих и наклонных пластах мощностью до 1,5 м, а также при разработке мощных пологих пластов наклонными слоями с обрушением кровли допускается ручная посадка кровли.

При всех способах посадки кровли работы производятся в соответствии с паспортом, утвержденным главным инженером шахты, под непосредственным руководством лица технического надзора (не ниже помощника

начальника участка). Перед началом работ руководитель проверяет состояние посадочного оборудования, кровли и выставляет посты или предупредительные знаки, запрещающие проход людей в лаву. После окончания посадки он проверяет состояние крепи в лаве. Убедившись в исправности крепи, руководитель снимает посты или предупредительные знаки, после чего разрешает допуск рабочих в лаву. Посадка кровли должна производиться своевременно в соответствии с принятым паспортом. В противном случае горное давление на рабочее пространство может настолько увеличиться, что призабойная крепь будет разрушена и произойдет самопроизвольная посадка кровли в забое.

В случае задержки посадки кровли производят обрушение ее при помощи зарядов ВВ, предварительно усилив специальную крепь. До тех пор, пока посадка не будет осуществлена, нельзя производить выемочные работы в лаве. Если применить ВВ невозможно, то посадку кровли следует произвести при увеличенном шаге обрушения с усилением крепи.

Механизированная посадка производится по разным схемам в зависимости от длины лавы, угла падения пластов, плотности крепи и шага посадки. Для посадки используются лебедки ЛПК-10А, ЛПК-20 и канаты ЛК-Р, ЛК-0 и ЛК-3

В качестве примера приводятся следующие схемы, применяемые при угле падения пластов до 60°:

1. Посадка с помощью тяговой лебедки и одного каната производится в лавах длиной до 80 м при шаге посадки до 8 м.

2. Посадка кровли с помощью одной лебедки и двух отрезков каната производится в лавах длиной до 140–150 м при шаге посадки до 8 м. При соединении канатов 3 и 4 оставляют свободным конец каната 4 длиной 30 м. Во время посадки кровли при подходе соединения канатов к направляющему блоку 2 лебедку 1 реверсируют и канаты разъединяют. Канат 3 сматывают с барабана лебедки, а канат 4 панцируют на барабане.

Присутствие рабочих в лаве допускается только для производства аварийных работ или работ при выключенной посадочной лебедке по извлечению леса баграми для повторного использования.

Для взрывной посадки в стойках, за исключением частично поломанных или расщепленных, забуриваются шпурсы диаметром 44-46 мм и глубиной 120-140 мм. Шпурсы бурятся посредине стойки по возможности сверху вниз с тем, чтобы предупредить выпадение патронов. С целью предохранения новой органной крепи от разрушающего действия взрывной волны шпурсы в стойках крепи пробуриваются со стороны завала. Стойки старой органной крепи обуриваются со стороны забоя.

Для взрывания применяются патроны МГПП-50, допущенные к применению также в шахтах, опасных по газу или пыли, и электродетонаторы

мгновенного действия ЭД-8-56. Патрон вводят в шпур обращенным крышкой ко дну шпура, чтобы предохранить электродетонатор от случайного механического воздействия. Взрывная сеть монтируется сверху вниз по лаве, так как это облегчает передвижение мастера-взрывника по забою. Если взрывается небольшое число патронов, то применяется последовательное соединение электродетонаторов в электровзрывной сети, а при одновременном взрывании более 100 электродетонаторов – смешанное соединение.

Взрывная посадка кровли была применена на шахтах комбината Воркутауголь. На шахте № 32 этого комбината при мощности вынимаемого слоя 2,3 м и угле падения пласта 35° подзабойное пространство крепили деревянными стойками под распил. Обрушение кровли производилось на однорядную органную крепь с шагом посадки 6 м. Бурение шпуров в стойках и подготовка лавы к посадке совмещались с другими операциями по выемке угля. Для бурения использовались тихходные ручные электросверла типа СЭР-19. Шнуры диаметром 46 мм бурили на глубину 4/5 толщины стойки. Обуривание, как правило, начинали со старого органного ряда крепи. В органном ряду стойки обуривали в шахматном порядке. С целью сохранения нового органного ряда крепи от действия взрывной волны стойки призабойной крепи обуривались в средней части их ряда со стороны старого органного ряда. Ряд призабойных стоек, находящихся у новой органной крепи со стороны старой, не подрывался и служил предохранительным рядом для новой органной крепи.

Бурение производилось одновременно четырьмя электросверлами. По окончании работ по обуриванию стоек приступали к изготовлению патроной-боевиков и заряданию. Взрывание производилось патронами МГПП-50 взрывным прибором ВПП-1/265, позволяющим одновременно взрывать 150 электродетонаторов. При первичных посадках, когда число стоек удваивается, посадка производится в два приема блоками, между которыми по простиранию оставляется два-три ряда предохранительных стоек. Внедрение взрывной посадки позволило избежать несчастных случаев при посадке кровли.

### **Мероприятия при ручной посадке кровли**

Работы в лаве разрешаются на расстоянии от места посадки, определяемом паспортом, который утверждается главным инженером комбината.

Выбивка крепи ведется в диагональном направлении с верхнего или нижнего заднего угла обрушаемого пространства, в зависимости от направления кливажа пород кровли, причем линия выбивки стоек (или линия

обрушения) должна совпадать с направлением кливажа. Если пласты имеют угол более  $15^\circ$ , то выбивку крепи производят в диагональном направлении только снизу вверх, независимо от направления кливажа. В противном случае посадчикам будет грозить опасность от скатывающихся кусков породы при обрушении кровли.

Выбивка стоек производится последовательно в принятом направлении, причем направление посадки отдельных участков должно совпадать с принятым направлением выбивки по лаве (снизу вверх или сверху вниз). Во время работы по выбивке крепи рабочие должны всегда находиться под защитой крепи.

При ручном способе стойки выбивают ударом кувалды или обуха топора по верхнему или нижнему концу. Если стойка сильно зажата, ее подрубают топором. Металлические стойки выбивают при помощи молотка с рукояткой длиной 0,7 м, позволяющей работать под прикрытием соседней стойки. При этом молотком ударяют по узкой части горизонтального клина. В случае заедания выдвижной части в стойках СГК-2 делают несколько легких ударов по хвостовику вертикального клина, а в стойках СДГ – несколько ударов кувалдой по клиновому замку. Стойки устанавливают в забое так, чтобы удары по узкому концу клина можно было производить со стороны забоя.

При выбивке стоек ведут тщательное наблюдение за кровлей путем простукивания. В случае коржения вручную можно производить только разрядку крепи (выбить часть стоек), а оставшиеся стойки следует удалять при помощи механических приспособлений. Если во время выбивки наблюдается резкое увеличение давления на крепь, треск стоек, "выстрелы" в кровле, отскакивание мелких частиц породы, то рабочим необходимо удалиться в безопасное место. Стойки, вокруг которых видны трещины в кровле, выбивать не следует.

Извлечение выбитых деревянных или металлических стоек из мест, представляющих опасность, производится металлическими крючками на длинных рукоятках. Выбитая крепь немедленно убирается в отведенное для нее место, чтобы она не мешала дальнейшей работе и не загромождала проход.

При посадке кровли стремятся выбивать все стойки, иначе может произойти задержка в посадке и зависание участка кровли. Если кровля устойчива, то оставляют лишь контрольные стойки, которые слегка надрубаются. При металлической крепи в качестве контрольных применяют деревянные стойки. Назначение контрольных стоек – предупреждать треском о начале обрушения кровли для своевременного удаления людей в рабочее пространство лавы.

При применении деревянной призабойной и органной крепи выбойка производится в очередности. Новая органная крепь пробивается с опережением места посадки на 6–7 м по восстанию. В органном ряду через каждые 5 м оставляются окна шириной не менее 0,8 м для выхода посадчиков и уборки выбитой крепи. Вслед за выбивкой старой органной крепи (если она выбивается) выбивают призабойную крепь.

Если для посадки используются посадочные тумбы, то важно механизировать их передвижение. Это достигается применением гидровинтовых стоек (тумб) "Спутник".

### **14.3. Противоаварийная защита**

Противоаварийная защита шахт должна обеспечивать предотвращение возможных аварий, своевременную информацию о появлении признаков аварии и включение всех средств ее локализации и ликвидации.

Расстояние до наиболее удаленных горных выработок строящихся, реконструируемых и действующих шахт должно быть таким, чтобы время выхода людей из этих выработок в случае аварии не превышало времени действия самоспасателя и не составляло более одного часа. Схема горных выработок должна обеспечивать эффективное ведение спасательных работ.

Каждая шахта должна быть оборудована системой оповещения об авариях людей, независимо от того, в каком месте шахты они находятся, средствами поиска застигнутых аварией, а также прямой телефонной и радиосвязью с подразделением ВГСЧ, обслуживающим шахту.

На каждой шахте должен быть составлен план ликвидации аварий в соответствии с Инструкцией по составлению планов ликвидаций аварий.

Запрещается спуск в шахту работников, не ознакомленных с планом ликвидации аварий и не знающих той его части, которая относится к месту их работы и путям передвижения.

При отсутствии утвержденного плана ликвидации аварий, рассогласовании ВГСЧ плана в целом или его отдельных позиций запрещается ведение работ, кроме тех, которые связаны с устранением нарушений.

При возникновении аварии на шахте вводится в действие План ликвидации аварий. Ответственным руководителем ликвидации аварии является главный инженер шахты, а до его прибытия на шахту – горный диспетчер. Его распоряжения обязательны для всех лиц и организаций, участвующих в ликвидации аварии.

Ответственный руководитель ликвидации аварии может быть отстранен от руководства ликвидацией аварии только по письменному приказу или

распоряжению в оперативном журнале вышестоящего руководителя, который обязан взять на себя руководство ликвидацией аварии или назначить другое ответственное лицо.

Все шахты в период строительства, реконструкции, эксплуатации и погашения должны обслуживаться военизированными горно-спасательными частями (ВГСЧ), статус и функции которых определены Положением, утвержденным Правительством.

Дислокация подразделений ВГСЧ согласовывается с Ростехнадзором.

Для выполнения горно-спасательных работ в начальной стадии аварии на каждой шахте должна быть организована и функционировать вспомогательная горно-спасательная служба (ВГС), состоящая из участковых горно-спасательных команд.

Деятельность ВГС регламентируется Положением о вспомогательной горно-спасательной службе на предприятиях по добыче угля, утвержденным Министерством и Ростехнадзором.

На шахте должен вестись табельный учет *всех* спустившихся в шахту и выехавших (вышедших) из нее. Ответственность за его организацию возлагается на директора шахты, который обязан установить порядок выявления своевременно не выехавших (не вышедших) из шахты и принимать меры по их розыску.

В местах, определенных главным инженером шахты, должны быть установлены знаки безопасности, предусмотренные едиными требованиями к сигналам и знакам в подземных выработках и на шахтном транспорте.

### **План ликвидации аварий**

План ликвидации аварий (ПЛА) – документ, который предусматривает мероприятия, осуществляемые немедленно при обнаружении аварии, по спасению людей, застигнутых аварией в шахте, а также определяющий действия инженерно-технических работников, рабочих, членов ВГС и ВГСЧ при возникновении аварии.

ПЛА составляют для каждой эксплуатируемой, реконструируемой и строящейся шахты.

Необходимость составления ПЛА определяется особой важностью четких согласованных действий всех работников шахты и ВГСЧ в начальный период развития аварии, когда время для принятия решений крайне ограничено, когда возможно проявление растерянности и паники, отсутствие на месте руководителей шахты и т.п. ПЛА, подготавливаемый заблаговременно на основе всестороннего анализа возможных аварийных ситуаций с учетом современных методов и средств борьбы с авариями, инженерного опыта

и особенностей шахты, позволяет избежать ошибок при спасении людей и ликвидации аварий.

ПЛА разрабатывают главный инженер шахты и командир обслуживающего шахту военизированного горноспасательного взвода (ВГСВ) на каждые 6 месяцев. Он согласовывается с командиром военизированного горноспасательного отряда (ВГСО) и утверждается руководителем (главным инженером) вышестоящей организации (АО, концерна и т.п.), главным инженером комбината, треста, рудоуправления за 15 дней до ввода плана в действие. ПЛА изучают лица инженерно-технического надзора до его ввода в действие. Рабочие знакомятся с той частью плана, которая относится к их местам работы, с расположением запасных выходов и правилами поведения при аварии. Ответственность за правильное составление ПЛА несут главный инженер шахты и командир ВГСВ.

Регулярный (через 6 месяцев) пересмотр ПЛА диктуется изменением условий работы в шахте. Изменения и дополнения в ПЛА вносят в течение суток, если введен новый или ликвидирован отработанный участок, изменены схемы вентиляции или пути вывода людей.

ПЛА находится у горного диспетчера (дежурного по шахте) и в обслуживающем шахту ВГСВ.

Ответственным руководителем работ по ликвидации аварии является главный инженер шахты, а до его прибытия – горный диспетчер (ответственный дежурный по шахте). Руководителем горноспасательных работ является командир взвода, обслуживающего шахту, или в случае необходимости командир отряда, если он прибыл на шахту.

ПЛА составляют для всех видов и всех возможных мест аварий в шахте. Для удобства каждому месту аварии присваивают номер (позиция) 1, который наносят на схему вентиляции шахты, начиная с поверхности по движению свежей струи (надшахтное здание, ствол, околоствольный двор и т.д.).

ПЛА состоит из оперативной части, правил поведения работников шахты при авариях, списка должностных лиц и учреждений, которые должны быть немедленно извещены об аварии.

Оперативная часть ПЛА включает в себя мероприятия по спасению людей и ликвидации аварий, описания маршрутов движения и задания отделениям ВГСЧ для каждой позиции аварии. При этом в одну позицию можно объединять несколько выработок, если пути и мероприятия по безопасному выводу людей из них одинаковы, а также возможные случаи пожара и взрыва, если режим вентиляции аварийного участка, пути и мероприятия по выводу людей с места аварий также одинаковы.

К оперативной части плана прилагают схему вентиляции шахты и схему горных выработок с указанием мест расположения всех противопожарных

средств и установки телефонов, средств спасения работающих при авариях.

При составлении ПЛА должны быть тщательно продуманы пути выхода людей. Во избежание недоразумений пути выхода людей необходимо указывать для каждого места работы и каждого случая аварии. Например, в приведенной далее форме ПЛА пути выхода указаны отдельно для работающих в лаве, на вентиляционном штреке, в ходке и для работающих в местах, расположенных до очага аварии (на откаточном горизонте участка).

Следует иметь в виду, что при взрывах газа или угольной пыли, в случае реверсирования главных вентиляторов, а также при пожарах в шахтах, имеющих только два выхода на земную поверхность, должен быть предусмотрен вывод из шахты всех людей. При взрывах газа и пыли возможны разрушения вентиляционных сооружений, выход из строя вентиляторов и как следствие серьезные нарушения вентиляции в целом. При реверсировании вентиляции существенно осложняется аэрологическая обстановка в шахте: уменьшается поступление воздуха в выработки, в выработках, ранее омывавшихся свежей струей, может появиться метан, возможны образование опасных скоплений метана, вынос воздуха с низким содержанием кислорода и др. Эти изменения распространяются на выработки, где находится основное число трудящихся (очистные и проходческие забои, откаточные горизонты), которые таким образом оказываются в опасной ситуации. Поэтому целесообразен их вывод из шахты. При пожарах в шахтах, имеющих только два выхода на поверхность, один из них всегда оказывается загазированным пожарными газами и не может нормально эксплуатироваться. Таким образом, на шахте остается фактически один выход, что противоречит требованиям Правил безопасности. Пребывание людей в шахте в таких условиях связано с повышенной опасностью, поэтому в данной ситуации людей также необходимо вывести на поверхность.

Однако при пожарах в шахте, имеющей более двух выходов на поверхность, и сохранении нормального режима вентиляции вывод людей на поверхность не обязателен. В этом случае вывод людей предусматривается только из выработок, где могут появиться продукты горения, а также из выработок, имеющих только один выход.

При выходе людей с загазированных участков необходим расчет времени выхода для решения проблемы устройства пунктов замены самоспасателей и для организации спасательных работ ВГСЧ.

При спасении людей очень важное, а в ряде случаев решающее значение имеет правильный выбор вентиляционных режимов при авариях.

**Пример оперативной части плана ликвидации аварий**

№ п/п	Мероприятия по спасению людей и ликвидации аварий	Ответственные за выполнение мероприятий
		Исполнители
<b>Позиция: восточная лава № 1 – пожар или взрыв</b>		
1	Сообщить об аварии дежурному диспетчеру	–
2	Вызвать ВГСЧ	Любое лицо, заметившее аварию. Горный диспетчер
3	Оповестить все участки об аварии	Телефонистка, главный инженер
4	При пожаре обеспечить нормальную работу главного вентилятора на стволе № 1; <b>при взрыве увеличить подачу главного вентилятора</b>	Горный диспетчер, главный механик
5	Отключить электроэнергию: при пожаре в восточном крыле лавы при взрыве в шахте	Дежурный электрослесарь, главный энергетик
6	<p>Вывести всех людей из шахты:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• люди, работающие за очагом пожара (взрыва) в восточной лаве № 1, включаются в самоспасатели, идут через лаву по восточному вентиляционному штреку, восточному бремсбергу к стволу № 1 и выезжают на поверхность; время движения в самоспасателях (до восточного бремсберга) 35 мин;</li> <li>• люди, работающие на восточном вентиляционном штреке, включаются в самоспасатели, идут по восточному вентиляционному штреку, восточному бремсбергу к стволу № 1 и <b>выезжают на поверхность</b>; время движения в самоспасателях (до восточного бремсберга) 25 мин;</li> <li>• люди, работающие в восточном ходке, включаются в самоспасатели, идут по ходуку вниз до восточного коренного штрека, далее к стволу № 1 и выезжают на поверхность; время движения в самоспасателях (до восточного коренного штрека) 5 мин;</li> <li>• люди, работающие до очага пожара (взрыва), идут по восточному коренному штреку и выезжают на поверхность;</li> <li>• остальные люди выводятся из шахты по распоряжению главного инженера</li> </ul>	Сменные ИТР участков, члены ВГС

7	Направить членов ВГС лав (указывают номера соседних лав) и других участков (указывают участки: внутришахтного транспорта (ВШТ) и др.) с респираторами и средствами пожаротушения к восточной лаве № I для тушения пожара	Горный диспетчер, начальник ВГС, члены ВГС
8	Обеспечить подачу воды на аварийный участок	Главный механик, дежурный слесарь, начальник ВШТ
9	Доставить противопожарный поезд на восточный коренной штрек к восточной лаве № 1	Машинист электровоза, члены ВГС ВШТ, начальник дегазации
10	Закрывать задвижки дегазационных скважин восточной лавы № 1, открыть атмосферный клапан для продувки дегазационного става	Слесарь дегазации
11	Поставить посты у восточного бремсберга и на восточном коренном штрেকে со стороны ходка. Не допускать прохода посторонних к восточной лаве № 1 по восточному ходку, восточному бремсбергу, восточному коренному и конвейерному штрекам	Сменный ИТР аварийного участка, рабочие аварийного участка
12	Направить: Командир ВГСЧ • 1-е отделение ВГСЧ по стволу № 1, восточному ходку, восточному вентиляционному штрেকে в восточную лаву № 1 для обледования выработок аварийного участка по исходящей струе воздуха до очага пожара (взрыва) и вывода людей к стволу № 1 и далее на поверхность; • 2-е отделение ВГСЧ по стволу № 1, восточному конвейерному штрেকে в восточную лаву № 1 до очага пожара для его ликвидации; • последующие отделения ВГСЧ по усмотрению ответственного руководителя работ по ликвидации аварии на спасение людей и тушение пожара в зависимости от обстановки	Ответственный руководитель работ по ликвидации аварии (горный диспетчер), командир ВГСЧ

Оперативную часть ПЛА составляют в виде таблицы, в которой указывают позицию аварии, мероприятия по спасению людей и ликвидации аварии, ответственных лиц и исполнителей. Пример оперативной части ПЛА приведен в табл. 14.1.

---

---

## Глава 15 ГОРНОСПАСАТЕЛЬНОЕ ДЕЛО

---

Горноспасательным делом называют область горного дела, включающую в себя научные основы, технику и организацию спасения людей, застигнутых аварией в шахте, а также профилактику и ликвидацию подземных аварий, угрожающих жизни и здоровью людей или сохранности горнотехнических объектов. Из этого определения следует, что горноспасательное дело – научная дисциплина, один из разделов горной науки. Основная ее задача – изучение методов спасения людей, застигнутых аварией в шахте, а также борьбы с авариями в шахтах, т.е. их профилактики и ликвидации. Обычно это крупные аварии, например, подземные пожары, взрывы газа и пыли, внезапные выбросы угля и газа, обрушения, прорывы в выработки воды, глины, плывунов и заилочной пульпы.

В горной промышленности горноспасательным делом занимается специальная служба – военизированные горноспасательные части (ВГСЧ). Все предприятия и организации, ведущие горные работы, обслуживаются горноспасательными частями.

На вооружении отечественных горноспасательных частей имеется все необходимое оборудование для спасения застигнутых аварией в шахте людей и быстрой ликвидации аварий. Горноспасательные части имеют свои научно-исследовательские организации, занимающиеся разработкой научных основ ведения горноспасательных работ и аппаратуры, а также предприятия, изготавливающие эту аппаратуру и оборудование.

Добровольческие группы горноспасателей в России были известны еще в XIX в. Они состояли из рабочих, основное время занятых на добыче полезного ископаемого в шахтах. Естественно, что эффективность горноспасательных работ, выполнявшихся такими группами, была невысока. Лишь в 1907 г. в России были созданы две первые регулярные горноспасательные станции – в Донбассе (г. Макеевка) и на Анжеро-Судженских коях в Сибири. Постепенно сеть таких станций расширялась, и к 1917 г. их число в горнодобывающей промышленности достигло 40. Однако лишь ограниченное число горноспасательных станций, так называемых "центральных", обслуживавших значительные по размерам горнодобывающие районы, имело постоянный штат и транс-

портные средства. Остальные станции, групповые и шахтные, комплектовали в основном из рабочих, занятых на основной работе в шахте и уделявших горноспасательному делу свободное от работы время. Оснащение горноспасательных станций в России было импортным, что ставило их в зависимость от иностранных фирм. В настоящее время все горноспасательные формирования комплектуют на основе постоянных штатов, занятых только горноспасательным делом. Разрабатывают и выпускают отечественную горноспасательную аппаратуру и оборудование, которыми оснащены все подразделения ВГСЧ РФ. Служба ВГСЧ организована на военизированной основе с целью обеспечения постоянной боевой готовности горноспасательных частей.

Горноспасательные части РФ являются мощной организацией, способной эффективно, на высоком научно-техническом уровне решать любые возникающие перед ней задачи. Большой опыт и высокий уровень организации горноспасательных работ отечественных ВГСЧ снискали им широкую международную известность. Они неоднократно участвовали в ликвидации подземных аварий во многих странах мира.

Основная задача ВГСЧ – осуществление экстренных и неотложных мер на предприятиях горной промышленности по спасению людей, тушению пожаров, ликвидации последствий взрывов, внезапных выбросов горных пород и газа, обрушений горных пород и по выполнению других работ, требующих применения средств защиты органов дыхания и специального снаряжения.

В соответствии с этим ВГСЧ осуществляют:

- спасение людей, застигнутых авариями в шахтах, и ликвидацию этих аварий;
- выполнение в шахтах технических работ, требующих применения респираторов;
- проведение в шахтах профилактических работ по обеспечению готовности к спасению людей и ликвидации возможных аварий (участие в составлении плана ликвидации аварий, контроль состояния противопожарной защиты шахт, запасных выходов, средств спасения людей, горных выработок, а также состава шахтного воздуха, запыленности и осланцевания выработок, испытание подъемных канатов с целью предупреждения возникновения причин аварий);
- ликвидацию аварий на поверхности шахт, если они угрожают людям, находящимся в шахтах, или горным выработкам;
- тушение пожаров и ликвидацию других аварий на карьерах, сортировках, обогатительных и брикетных фабриках в условиях, требующих применения специальных газозащитных аппаратов (респираторов).

## Структура военизированных горноспасательных частей

Структура ВГСЧ, организация их службы и боевой подготовки подчинены основной цели – поддержанию постоянной боевой готовности горноспасательных частей.

Первичной оперативной единицей ВГСЧ, способной самостоятельно выполнять оперативные задания по спасению людей и ликвидации аварий, является отделение. Оно состоит из семи человек – пяти респираторщиков, командира отделения, водителя оперативного автобуса – и оснащено минимально необходимым снаряжением – респираторами, аппаратами искусственного дыхания, газоанализаторами, средствами пожаротушения, связи, а также оперативным транспортом – автомашиной.

Несколько отделений составляют военизированный горноспасательный взвод (ВГСВ). Он является первичным оперативным подразделением ВГСЧ (рис. 15.1).

ВГСВ состоит из пяти отделений и более. Во главе взвода стоит командир и его помощник. При взводе имеются газоаналитическая лаборатория (ГАЛ) со штатом лаборантов и пробо-наборщиков, мастерская по ремонту горноспасательной аппаратуры и оборудования, помещения для чистки и снаряжения респираторов, гараж оперативных машин, комнаты для отдыха

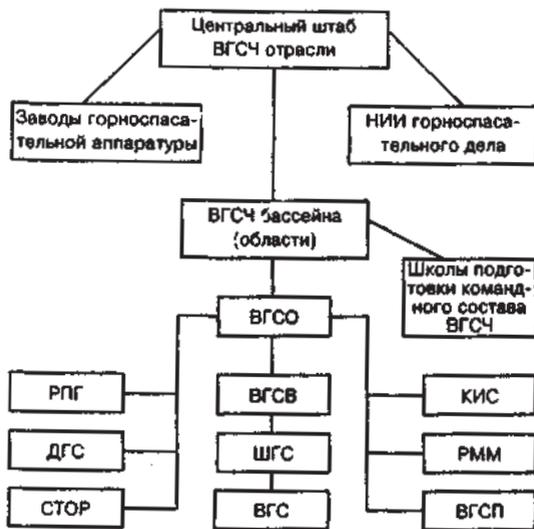


Рис. 15.1. Структура ВГСЧ угольной промышленности

дежурной смены и занятий, комнаты дежурного по взводу, командира и его помощника, помещение для культурного отдыха и спорта и некоторые подсобные помещения. Кроме того, на территории взвода сооружается учебная шахта (комплекс горизонтальных, наклонных и вертикальных выработок) для занятий в условиях, приближенных к реальным условиям в шахте. Для размещения взвода сооружается комплекс перечисленных помещений и создается жилой фонд. Квартиры оперативного состава взвода размещают в непосредственной близости от его территории (не далее 200 м), они имеют телефонную и звонковую связь с помещением дежурного по взводу.

Взвод располагают в таком месте, чтобы все обслуживаемые им шахты находились от него в радиусе 15-40 км (в зависимости от степени аварийности обслуживаемых шахт). Между ними и взводом должны быть хорошие подъездные пути для быстрой доставки на аварийные объекты личного состава и оборудования ВГСЧ.

Взводы бывают номерные, т.е. имеющие порядковые номера, и оперативные. Последние более крупные, чем номерные, имеют более мощное техническое оснащение и предназначены для оказания первоочередной помощи другим подразделениям. Если взвод не входит в состав отряда, он является отдельным военизированным горноспасательным взводом (ОВГСВ) и имеет права отряда. ОВГСВ создают для обслуживания небольшой группы удаленных предприятий.

Несколько горноспасательных взводов (обычно четыре-восемь, но не менее трех), расположенных в одном районе, объединяют в военизированный горноспасательный отряд (ВГСО), способный самостоятельно выполнять все работы по спасению людей, ликвидации и профилактике аварий на шахтах. Он располагается на базе своего оперативного взвода. Руководит деятельностью отряда штаб во главе с командиром и заместителем командира отряда.

Горноспасательный отряд может иметь в своем составе реанимационно-противошоковую группу (РПГ), депрессионно-газовую службу (ДГС), выполняющую депрессионные и воздушно-газовые съемки шахт, станцию по техническому обслуживанию и ремонту шахтных средств пожаротушения (СТОР), канатно-испытательную станцию (КИС), ремонтно-механические мастерские (РММ) и некоторые другие вспомогательные службы.

Для обслуживания одного удаленного предприятия в составе отряда может быть организован военизированный горноспасательный пункт (ВГСП), состоящий из двух-трех отделений. ВГСП выполняет горноспасательные работы совместно со вспомогательной горноспасательной службой шахты.

ВГСО бассейна (административной области) объединяют в военизированные горноспасательные части области во главе со штабом ВГСЧ бассей-

на (области). Штабы ВГСЧ бассейнов подчиняются центральному штабу (управлению) ВГСЧ отрасли.

В ряде случаев для обслуживания отдаленных горнодобывающих районов создают отдельные военизированные горноспасательные отряды (ОВГСО).

Последние подчиняются непосредственно Центральному штабу (управлению) ВГСЧ отрасли.

Кроме оперативных подразделений в ВГСЧ отрасли имеются научно-исследовательские организации (центральные научно-исследовательские лаборатории или НИИ) и предприятия по производству горноспасательного оборудования и аппаратуры, а также школы по подготовке командного состава ВГСЧ. В системе ВГСЧ угольной промышленности РФ функционирует научно-исследовательский институт горноспасательного дела (РосНИИГД).

Кроме ВГСЧ централизованного подчинения на шахтах имеются шахтные горноспасательные службы (станции) (ШГС), предназначенные для ведения горноспасательных работ до прибытия регулярных ВГСЧ. Шахтные горноспасательные службы являются вспомогательными формированиями, однако их роль весьма велика при спасении людей, застигнутых аварией в шахте, и в начальный период ликвидации аварии. Находясь в подчинении руководства шахт, эти службы в то же время тесно связаны с регулярными подразделениями ВГСЧ, которые осуществляют методическое руководство ими.

## **Организация службы в ВГСЧ**

Организация службы в ВГСЧ подчинена принципу постоянной боевой готовности. Это обеспечивается положением ВГСЧ в структуре хозяйства страны, военизацией горноспасательных частей, специальной комплектацией их личного состава, особым порядком несения службы.

Положение ВГСЧ в структуре хозяйства страны. Горноспасательные части являются элементом государственной структуры и не подлежат акционированию, приватизации и передаче в аренду. Государственная подчиненность ВГСЧ является гарантией высокого уровня организации службы, совершенно необходимого для выполнения стоящих перед ВГСЧ задач.

Военизация горноспасательных частей. Она предусматривает единоначалие, допустимость риска при спасении людей, воинскую дисциплину и ответственность, привлечение работников на дежурство или аварийные работы в выходные дни. Очевидно, что военизация необходима для обеспечения высокого уровня профессионализма, четкого, быстрого и эффективного выполнения работ в аварийных условиях, особенно при спасении людей.

Комплектация ВГСЧ личным составом. Основной принцип комплектации ВГСЧ – подбор физически крепких и психически уравновешенных людей, имеющих достаточный опыт работы в горной промышленности. Как правило, это рабочие и специалисты обслуживаемых ВГСЧ объектов.

Должности респираторщика укомплектовывают рабочими очистного забоя, проходчиками, машинистами горных машин, рабочими по ремонту горных выработок, подземными взрывниками, выпускниками горных училищ и техникумов в возрасте не моложе 20 лет и не старше 40, имеющими подземный стаж работы не менее одного года. Эти лица, а также лица командного состава, связанные с работой в газозащитных аппаратах, проходят при приеме на работу специальное медицинское обследование на пригодность к работе в дыхательных аппаратах, физическую работоспособность, тепловую и психоэмоциональную устойчивость.

Должности командного состава укомплектовывают, как правило, горными инженерами и техниками. При этом на должности старшей и высшей командных групп назначают горных инженеров, прослуживших в ВГСЧ не менее двух лет.

Предельный возраст работников, занимающих должности, которые связаны с работой в дыхательных аппаратах, не может превышать 50 лет. Лица, принимаемые на эти должности, проходят предварительное обучение (стажировку) правилам работ в загазированной среде горных выработок и тренировки на практике в дыхательных аппаратах. Продолжительность предварительного обучения (стажировки) составляет около двух месяцев.

Несение службы. Несение службы в ВГСЧ должно быть организовано таким образом, чтобы обеспечить оперативность выезда на аварию и эффективность проведения горноспасательных работ.

Всех работников ВГСЧ делят на оперативный и неоперативный состав.

К оперативному составу относят тех работников ВГСЧ, которые по долгу службы обязаны организовать и выполнить работы по спасению людей и ликвидации аварий. В их число входят респираторщики и лица командного состава.

Весьма важно иметь определенный численный состав отделений. В угольной промышленности, например, требуется, чтобы в отделении кроме командира было пять-шесть респираторщиков и обязательно водитель оперативного автобуса. Наличие в каждом отделении своего транспортного средства и водителя позволяет обеспечить максимально быстрый выезд на аварию. Указанный ранее количественный состав отделения позволяет начать неотложные горноспасательные работы незамедлительно по прибытии первого отделения на аварийную шахту.

Для оперативного состава на время службы в ВГСЧ могут предоставляться служебные квартиры, находящиеся обычно в непосредственной близости от

расположения взвода. Квартиры оперативного состава, а также все помещения служебно-технического здания подразделения ВГСЧ и прилегающая к нему территория оборудуются акустической (звонковой) сигнализацией.

В процессе несения службы военизированный рядовой и командный состав могут находиться в положениях "на службе" и "вне службы".

Для лиц оперативного состава положение "на службе" означает выполнение ими своих служебных обязанностей (учеба, работа на территории, тренировки, дежурство на дому, участие в ликвидации аварии), положение "вне службы" – выходные дни, отпуск.

Для несения службы отделения каждого взвода делят на дежурную, резервную и свободную смены. Пребывание в той или иной смене каждого отделения чередуется в течение месяца по специальному графику с таким расчетом, чтобы ежедневно дежурили не менее двух отделений.

Дежурное отделение безотлучно находится в подразделении ВГСЧ. Оно обязано содержать в чистоте, исправности и готовности к применению горноспасательную аппаратуру, оборудование и автотранспорт. В случае аварии это отделение немедленно выезжает на аварийный объект для начала горноспасательных работ. При отсутствии аварийных выездов дежурное отделение в расположении подразделения ВГСЧ занимается тактическими занятиями, физическими (в том числе тепловыми) тренировками, проверкой и настройкой газозащитных аппаратов, другого технического оснащения и автотранспорта. Возможны также хозяйственные работы в подразделении. Рабочий день дежурного отделения длится с 9 до 18 ч с двухчасовым перерывом для отдыха днем. Остальное время дежурное отделение проводит в свободном режиме на территории подразделения.

Резервное отделение проводит рабочий день так же, как и дежурное с той лишь разницей, что учебой, тренировками и обслуживанием техники оно занято лишь первую половину дня (с 9 до 14 ч). Резервное отделение выезжает на аварию обычно вместе с дежурным.

В ВГСЧ большое внимание уделяют подготовке личного состава. Учебу респираторщиков организуют во взводах по ежедневному графику. В учебные планы включают изучение горного и горноспасательного дела, изучение и отработку тактики ведения горноспасательных работ, изучение планов ликвидации аварий обслуживаемых шахт, горноспасательного оснащения шахтных машин и механизмов, оказание первой доврачебной помощи при авариях. Регулярно проводят практические занятия в респираторах (в действующих шахтах и учебных штреках в условиях задымленной атмосферы, плохой видимости, высоких температуры и влажности). В учебные планы включена также физическая и строевая подготовка. В процессе учебы отработывают подготовку одиночного респираторщика, отделения и подразделе-

ния в целом. Занятия с респираторщиками проводят командиры взводов и их помощники. Командирскую учебу осуществляют по специальным графикам в подразделениях, при штабах отрядов или ВГСЧ области (бассейна), а также на курсах по повышению квалификации командного состава ВГСЧ.

## **Организация горноспасательных работ**

### **Общие положения**

Под горноспасательными работами понимают действия, связанные с аварийными ситуациями в шахтах, которые требуют участия специально подготовленных лиц. Горноспасательные работы включают в себя в основном спасение застигнутых аварией в шахте людей, ликвидацию аварий и их последствий и соответствующие профилактические работы. Специально подготовленные для этих работ лица – это работники ВГСЧ и вспомогательных горноспасательных служб шахт.

Главные задачи ВГСЧ – спасение людей, застигнутых аварией в шахте, и ликвидация аварий и их последствий. Выполнение этих работ осуществляют оперативные подразделения ВГСЧ. Первичной оперативной единицей ВГСЧ, способной выполнять отдельное задание в общей системе горноспасательных работ на объекте, является отделение. Первичным оперативным подразделением ВГСЧ, который может вести весь комплекс горноспасательных работ, является горноспасательный взвод (ВГСВ). ВГСВ самостоятельно осуществляет спасение людей, застигнутых аварией в шахте, ведет работы по ликвидации аварий и их последствий. Военизированный горноспасательный отряд, объединяющий несколько взводов, может ликвидировать даже сложные аварии. Для этой цели он оснащен всей необходимой техникой.

Техническое оснащение подразделений ВГСЧ, позволяющее им выполнять все виды горноспасательных работ, включает в себя дыхательные аппараты (респираторы, самоспасатели, аппараты искусственного дыхания); оборудование и устройства для ликвидации последствий взрывов, внезапных выбросов угля, породы и газа, тушения подземных пожаров; средства связи и сигнализации; приборы для анализа газового состава шахтного воздуха; оборудование для ликвидации последствий обрушений; средства обеспечения безопасности горноспасательных работ (предотвращение взрывов при изоляции пожаров в газовых шахтах и др.); транспортные средства (оперативный транспорт, тягачи-вездеходы и др.).

Для достижения максимального эффекта при ведении горноспасательных работ весьма важно быстро подключить к ним силы ВГСЧ. Для этого, в частности, все шахты, карьеры, обогатительные фабрики должны иметь

прямую телефонную (радио или другую) связь с обслуживающими их подразделениями ВГСЧ. Эти подразделения должны быть связаны со всеми обслуживаемыми объектами хорошими подъездными дорогами, по которым можно было бы быстро доставить личный состав подразделений и необходимое оборудование. При авариях на отдаленных объектах или при необходимости сосредоточения на объекте сил ВГСЧ из разных областей используют также железнодорожный и воздушный транспорт в режиме первоочередного предоставления.

Организация горноспасательных работ имеет большое значение для быстрого оказания помощи застигнутым аварией в шахте людям и ликвидации аварии.

Особенно четко должны быть организованы горноспасательные работы в начальный период аварии, когда правильное решение, своевременно принятое и быстро выполненное, может спасти многих находящихся в шахте людей и свести к минимуму ущерб от аварии. В этот период ответственный руководитель работ по ликвидации аварии должен проверить, вызвана ли ВГСЧ, дать указания о выводе людей из опасных участков шахты, организовать сбор бойцов вспомогательной горноспасательной службы шахты и дать распоряжения о мероприятиях по ликвидации аварии. Он же выявляет число людей, находящихся в шахте. Спуск в шахту допускается только с разрешения ответственного руководителя работ.

Руководство горноспасательными работами осуществляют из командного пункта, устраиваемого обычно в кабинете главного инженера шахты. На командном пункте разрешено находиться только лицам, привлекаемым к ликвидации аварии. Командный пункт должен иметь связь с местами ведения горноспасательных работ и специальными службами ВГСЧ.

Руководитель горноспасательных работ должен находиться на командном пункте. Если он отсутствует (спуск в шахту, отдых), на командном пункте остается его заместитель.

Горноспасательные работы состоят из разведки аварии, вывода застигнутых аварией людей, оказания им первой помощи, организации службы тыла и действий по ликвидации аварии. Служба тыла включает в себя подземную и наземную базы, связь, медицинское обеспечение и газоаналитическую лабораторию.

При спуске в шахту личному составу ВГСЧ необходимо всегда иметь с собой респираторы независимо от состава шахтной атмосферы и вида выполняемых работ (аварийные или другие технические работы).

Во всех случаях для ускорения спасения людей и ликвидации аварии следует максимально использовать рабочих и специалистов шахты для работ на свежей струе.

Для работы в загазированных выработках могут быть использованы лишь члены вспомогательных горноспасательных команд шахты в количестве не более одного-двух на одно отделение ВГСЧ.

### **Выезд на аварию**

Вызов на аварию принимает дежурный по взводу, при этом он заполняет специальную путевку с указанием места и характера аварии и включает сигнал тревоги. Сигнал раздается на территории части и в квартирах личного состава.

По сигналу тревоги все находящиеся на территории части оперативные работники дежурного и резервного отделений бегом направляются к оперативным машинам и выстраиваются около них по отделениям.

Все лица оперативного состава, включая бойцов выходной смены, являются в расположение части и переходят в положение "на службе".

Старший из присутствующих командиров проверяет готовность отделений к выезду, сообщает основные сведения об аварии, отдает команду о посадке в машины, в которых постоянно находится необходимое горноспасательное оснащение, и о выезде; сам он следует в кабине головной машины. Выезд не откладывают даже в случае обнаружения неполадок в какой-либо машине, в том числе и головной; в последнем случае старший командир пересаживается в следующую машину.

Организация службы ВГСЧ позволяет осуществить выезд отделений по сигналу тревоги за 30 - 60 с (в зависимости от времени суток). Первыми по тревоге выезжают дежурное и резервное отделения. У них должны быть путевка и план ликвидации аварий в шахте. Скорость следования на шахту ограничивается обычно 60 км/ч во избежание возможных аварий.

В пути бойцы отделения переодеваются и выполняют первичную подготовку к спуску в шахту. При аварии оперативной машины в процессе следования на шахту или наличии какого-либо препятствия дальнейшему передвижению старший командир должен принять меры, обеспечивающие быстрое прибытие отделений на шахту (использование проходящего транспорта, вызов транспорта с шахты и т.п.).

О задержке в пути командир должен сообщить любыми возможными средствами (радиосвязь, телефон и др.) в ближайшее подразделение ВГСЧ, на шахту, где произошла авария, и обратиться на ближайшее предприятие, в организацию и учреждение за помощью.

Если необходим выезд на аварию нескольких горноспасательных взводов, то он осуществляется в порядке, устанавливаемом специальной диспозицией горноспасательного отряда, в зависимости от масштабов и характера аварии.

## Подготовка к спуску в шахту

Прибывший на шахту командир взвода ВГСЧ, обслуживающего шахту, становится руководителем горноспасательных работ. Командиры соседних подразделений, которые приехали на данную шахту для оказания помощи, поступают в подчинение к руководителю горноспасательных работ.

В случае прибытия на шахту командира ВГСО или его заместителя последние принимают на себя руководство горноспасательными работами.

Руководитель горноспасательных работ является к ответственному руководителю работ по ликвидации аварии (главному инженеру шахты или лицу, его заменяющему) и докладывает о прибытии подразделения, обязательно сообщая его численный состав.

Руководитель горноспасательных работ получает от ответственного руководителя письменное оперативное задание. Он должен ознакомиться с ним и составить ясное представление об обстановке: характере, месте и размерах аварии, числе и месте нахождения застигнутых аварией в шахте людей, общем количестве прибывших на шахту респираторщиков, включая респираторщиков из соседних подразделений, средствах для ликвидации аварии (в ВГСЧ и шахте), состоянии вентиляции выработок и механизмов шахты и др. После этого руководитель горноспасательных работ определяет цель и способы действия по ликвидации аварии, а также задачи каждого отделения ВГСЧ.

Личный состав подразделения, прибывший на шахту, по распоряжению командира начинает подготовку к спуску в шахту. Бойцы надевают респираторы и осуществляют их проверку. В соответствии с характером аварии они берут необходимое снаряжение и выстраиваются у машин по отделениям. Подготовка к спуску в шахту занимает 1-2 мин.

При разведке аварии и спасении людей в случае таких аварий, как пожары, взрывы, внезапные выбросы и затопления, бойцы отделения берут в шахту газоанализаторы, аппараты связи, вспомогательные респираторы, самоспасатели, носилки, одеяла и средства оказания первой помощи пострадавшим.

После завершения подготовки командиры отделений направляются на командный пункт для получения заданий. Руководитель горноспасательных работ сообщает место аварии, число застигнутых аварией людей, их местонахождение, состояние вентиляции, маршруты движения отделений, дает задания каждому командиру отделения и указывает, какое дополнительное снаряжение следует взять с собой бойцам.

После этого руководитель горноспасательных работ подает команду о следовании к стволу шахты и спуске в нее. Сам руководитель горноспасательных работ остается на командном пункте при ответственном руководи-

теле работ по ликвидации аварии. При необходимости он может спускаться в шахту для уточнения обстановки на месте, при этом на время своего отсутствия он должен оставить заместителя из лиц командного состава.

Спуск в шахту необходимо тщательно подготовить. Перед бойцами отделения должны быть поставлены ясные, конкретные задачи с правильным учетом сложившейся в шахте обстановки. Снаряжение отделения должно соответствовать поставленным перед ним задачам. От тщательности и продуманности подготовки к спуску в шахту в значительной степени зависит успех действий ВГСЧ.

### Оперативный журнал ВГСЧ

Оперативный журнал ВГСЧ ведут для регистрации действий, принятых администрацией шахты и ВГСЧ для ликвидации аварии. В оперативном журнале указывают аварийную обстановку на шахте и ее последующие изменения, время прибытия на шахту ВГСЧ, их численность, содержание и время выдачи оперативных заданий, полученных ВГСЧ от ответственного руководителя работ по ликвидации аварии и руководителя горноспасательных работ, результаты их выполнения, время спуска в шахту отделений с перечислением их основного оснащения, приводят результаты анализов проб шахтного воздуха, указывают время прибытия отделений на подземную базу, время их ухода с базы на выполнение заданий, заносят информацию о ходе выполнения заданий, время возвращения на базу, время выхода отделений из шахты, время отправления ВГСЧ с шахты после ликвидации аварии.

Форма оперативного журнала представлена ниже.

#### ОПЕРАТИВНЫЙ ЖУРНАЛ ПО ЛИКВИДАЦИИ АВАРИИ

Шахта (рудник) \_\_\_\_\_ Производственное объединение (комбинат) \_\_\_\_\_ Вид

аварии \_\_\_\_\_ Место аварии \_\_\_\_\_

Время возникновения аварии:

год \_\_\_\_\_ месяц \_\_\_\_\_ число \_\_\_\_\_ часы \_\_\_\_\_ минуты \_\_\_\_\_

Дата	Время (часы, минуты)	Содержание заданий по ликвидации аварии и срок выполнения	Ответственные лица за выполнение заданий	Отметки о выполнении заданий (число, часы, минуты)

Ответственный руководитель работ по ликвидации аварии

Подпись \_\_\_\_\_

К оперативному журналу прилагают схемы и эскизы, составленные при ликвидации аварии, а также оперативные планы ликвидации аварии. Подчисток в оперативном журнале не допускают. Все исправления должны быть внесены посредством зачеркивания неправильной записи и внесения правильной на свободном месте.

Кроме оперативного журнала на командном пункте ведут журнал учета работы отделений ВГСЧ и суточный график очередности работ ВГСЧ.

### **Разведка аварии**

Задачами разведки являются: розыск, установление числа и спасение застигнутых аварией в шахте людей; выяснение обстановки на месте аварии, ее характера и масштаба; установление состояния вентиляции, задымленности и загазованности атмосферы, направления движения воздуха, состояния вентиляционных сооружений, вентиляторных установок, трубопроводов сжатого воздуха и прочих средств вентиляции и выполнение работ по восстановлению вентиляции (навешивание брезентовых перемычек и др.); выяснение состояния выработок, мест и размеров завалов, затоплений и т.п.; установление кратчайших путей к местам нахождения застигнутых аварией людей и к месту аварии; выяснение наличия материалов и средств для ликвидации аварии; выполнение первоначальных работ по ликвидации аварии, разборка завалов; подкрепление выработок для обеспечения обратного выхода; установление наличия и исправности телефонной связи.

Задачи разведки в каждом случае зависят от характера аварии и создавшихся условий. При постановке задачи следует учитывать всю имеющуюся информацию об аварии. Задачи разведки должны также быть посильными для исполнителей.

Разведку можно выполнять с помощью одного из следующих способов: непосредственным наблюдением; посредством соответствующих работ (горноспасательных, буровых и др.); опросом работников шахты; изучением документов (планов, схем и т.п.).

Разведку организует руководитель горноспасательных работ. Руководить разведкой может любой командир ВГСЧ. В особо сложных условиях, при одновременном ведении разведки в нескольких направлениях руководить разведкой должен командир отряда или его заместитель.

В разведку в непригодную для дыхания атмосферу направляют не менее пяти человек, включая командира отделения.

Каждому ушедшему в разведку отделению на подземной базе должен быть выставлен резерв для оказания при необходимости соответствующей помощи. В сложных условиях резерв должен быть двойной или тройной.

Для оказания помощи и взаимоподдержки в особо сложных условиях в разведку посылают несколько отделений, одно за другим на расстоянии слышимости звукового сигнала, а при спасении людей – через каждые 20-30 мин.

Уходящее в разведку отделение снабжают респираторами, лампами с красным светом и минимально необходимым снаряжением, которое включает в себя щуп, вспомогательный респиратор, ручные носилки, набор инструментов (топор, кайло, ножовка, гвозди), аппарат связи с проводом на катушке, изолирующие самоспасатели, аппарат искусственного дыхания, медицинскую сумку и бюретки для набора проб воздуха. В зависимости от характера аварии берут и другое снаряжение (огнетушители, приспособление для промежуточного подсоединения к водопроводу, пожарный рукав и др.).

Выбор отделения, уходящего в разведку, должен быть тщательно продуман и соответствовать характеру аварии и задачам отделения.

При движении в задымленных или незнакомых выработках отделению необходимо использовать "нить связи", по которой осуществляют возвращение на базу. Обычно для этой цели используют провод шахтофона. При нахождении в непригодной для дыхания атмосфере отделение обязано поддерживать постоянную связь при помощи шахтофона или телефона.

При обнаружении пострадавшего в загазированной атмосфере отделение обязано оказать ему помощь и вынести на свежую струю – к базе. После передачи пострадавшего резервному отделению можно продолжить разведку.

Если в загазированной атмосфере кто-либо из состава отделения потерял сознание, почувствовал себя плохо или в его респираторе обнаружена неисправность, то после оказания ему помощи (при неисправности респиратора - переключение во вспомогательный респиратор) отделение в полном составе должно выйти в выработку со свежей струей или на базу.

Для успешного и безопасного выполнения разведки и работ по ликвидации аварии команды ВГСЧ должны твердо знать нормы расхода кислорода в респираторах и нормы скорости движения горноспасателей.

При движении в респираторах необходимо руководствоваться следующими положениями:

- в горизонтальных и пологих (до  $10^\circ$ ) выработках, а также при движении вверх по выработкам с углами наклона более  $10^\circ$  (включая вертикальные) на движение вперед можно расходовать половину рабочего запаса кислорода и на возвращение назад – другую половину;

- при движении вниз по выработкам с углами наклона более  $10^\circ$  (включая вертикальные) на движение вперед можно расходовать одну треть рабочего запаса кислорода, а на движение назад – две трети.

**Скорости движения отделения ВГСЧ  
при разведке в условиях полной видимости**

Направление движения	Высота выработки, м	Скорость движения, м/мин, при угле наклона выработки, градус			
		0	15	30	70
Вниз	0,6	10,2	6,9	3,8	1,4
	1,0	22,8	14,0	8,8	3,3
	1,4	34,8	23,0	13,2	4,4
	2,0	54,0	34,5	20,9	7,1
Вверх	0,6	10,2	5,7	3,1	1,2
	1,0	22,8	11,5	6,6	2,2
	1,4	34,8	18,4	10,4	3,8
	2,0	54,0	28,2	16,2	6,0

*Примечание. В зависимости от степени задымленности выработки скорость движения уменьшается на 30-50%.*

Значения скоростей движения отделения ВГСЧ в разведке в удушливой атмосфере при полной видимости приведены в табл. 15.1.

При спасении людей, застигнутых внезапным выбросом угля и газа, обрушением, прорывом глинистой пульпы или пльвунов, необходимо:

- установить места нахождения людей и их число;

- определить способ подхода к этим местам и немедленно приступить к выполнению работ, которые дают возможность быстрого проникновения к людям и оказания им необходимой помощи; обеспечить с людьми постоянную связь (голосом, ударами по твердым предметам, периодическим включением отбойных молотков и др.) и подачу им свежего воздуха (путем использования существующих трубопроводов или бурения скважин).

Для спасения людей, оказавшихся за завалом, проводят специальные выработки, в том числе и по обрушенным породам.

При движении по разрушенным выработкам необходимо возводить временную крепь в нужных местах для обеспечения обратного выхода.

При извлечении людей из вертикальных выработок, не имеющих лестничных отделений или подъема, используют лебедки со специальными устройствами для спуска и подъема людей. При поражении электрическим током необходимо:

- освободить пострадавшего от действия электрического тока;
- оказать необходимую медицинскую помощь.

### **Спасение людей, застигнутых аварией, и оказание помощи пострадавшим**

Спасение застигнутых аварией в шахте людей включает в себя их поиск, вывод (вынос) в безопасное место, непосредственное тушение пожара в начале его возникновения (при наличии такового) и улучшение атмосферных условий в выработках. Оно может быть совмещено с разведкой или выполняться самостоятельно.

Поиски людей в действующих выработках почти не отличаются от действий при разведке. В старых полуобрушенных выработках, завальных частях лав и бутовых штреках поиски следует осуществлять с осторожностью, подкрепляя при необходимости кровлю. При поисках, связанных с разборкой завала, нужно действовать с максимальной быстротой.

Людей выводят и выносят по ближайшим выработкам, ведущим к свежей струе воздуха. Людей, находящихся на струе, идущей от очага пожара, выводят обычно в направлении движения воздуха. В первую очередь из загазированных выработок выносят пострадавших, имеющих признаки жизни.

Непосредственное тушение пожара и восстановление вентиляции является наиболее эффективным средством помощи застигнутым аварией в шахте людям.

### **Базы ВГСЧ**

Базы ВГСЧ организуют для обеспечения оперативных действий подразделений. Базы бывают подземные и наземные.

Подземную базу создают для размещения сил и средств ВГСЧ, применяемых при ликвидации аварии, и осуществления постоянной связи между работающими подразделениями и командным пунктом. Начальником подземной базы является лицо командного состава ВГСЧ по должности не ниже помощника командира взвода.

Подземную базу располагают в выработке со свежей струей воздуха, непосредственно примыкающей к загазированной зоне. Такое расположение обеспечивает оперативную связь с работающими в загазированной зоне отделениями, минимальное время на выход горноспасателей на отдых, вывод пострадавших на базу и в случае необходимости быстрое оказание помощи отделениям. Вокруг базы нужно постоянно проверять состав воздуха.

На подземной базе располагаются резервные отделения, связные (при крупных авариях), в некоторых случаях медпункт. Там же находятся запасные кислородные баллоны, регенеративные патроны и респираторы по числу работающих респираторщиков, аккумуляторные светильники в количестве не менее 25% числа работающих респираторщиков, аппараты искусственного дыхания, медикаменты, бак с кипяченой водой, раствор для промывки мундштуков респираторов, теплая одежда (одеяла), огнетушители, насосы и другое снаряжение в зависимости от вида аварии.

При затяжных авариях создают центральную подземную базу и местные подземные базы на участках горноспасательных работ.

Наземную базу организуют при ликвидации затяжных аварий для своевременного и бесперебойного обеспечения работающих подразделений ВГСЧ горноспасательным оборудованием и материалами. Кроме запаса соответствующих материалов на базе должны находиться запасные части к респираторам и запас необходимого оборудования. На наземной базе для обеспечения выполнения ее функций создают мастерскую по ремонту аппаратуры, кислородонаполнительную, зарядную поглотительных патронов, газоаналитическую лабораторию. На базе круглосуточно дежурят телефонист, слесарь по ремонту аппаратуры и шофер с дежурной машиной.

При затяжных авариях на шахте организуют питание личного состава ВГСЧ, отдых, санитарное и культурное обслуживание.

### **Служба связи**

При ликвидации аварии служба связи имеет весьма важное значение. Ее создают для обеспечения оперативного управления горноспасательными работами и достижения согласованных действий между работающими отделениями.

Оперативную связь организуют сверху вниз: от руководителя горноспасательных работ к отделениям. Однако занятые на ликвидации аварии отделения сами должны следить за действием связи. В случае ее нарушения им необходимо принять меры по восстановлению связи.

Связь можно осуществлять посредством телефона, шахтофона, связных, простейших звуковых и световых сигналов. Снимать шахтную телефонную связь можно только с разрешения руководителя горноспасательных работ.

При каждом командире должен быть связной. При руководителе горноспасательных работ обычно находятся два-три связных.

При звуковой сигнализации горноспасатели пользуются специальным кодом: один сигнал – "стой", два сигнала – "уйди от опасности" и т.д.

## Медицинское обслуживание

Цель медицинского обслуживания при ликвидации аварии – оказание врачебной помощи людям, пострадавшим при аварии или выполнении горноспасательных работ.

Организацию медицинского обеспечения при ведении горноспасательных работ возлагают на директора шахты, местные органы здравоохранения и представителя медицинской службы ВГСЧ.

При ликвидации сложных аварий затяжного характера, а также при спасении людей на подземной базе должно быть организовано постоянное дежурство медицинского персонала ВГСЧ или шахты.

## Горноспасательное оснащение

### Респираторы

При подземных авариях рудничный воздух претерпевает изменения, причем изменяется соотношение составляющих его газов ( $O_2$ ,  $K_2$ ,  $CO_2$ ) и в нем появляются опасные для жизни людей примеси ( $CO_2$ ,  $H_2S$ ,  $SO_2$ ,  $NO_2$  и др.).

Изменение естественного соотношения составляющих воздух газов может происходить при авариях, вызывающих нарушение искусственной вентиляции (остановка вентилятора, короткое замыкание вентиляционной струи, обрушения), а также при заполнении выработок азотом (мертвый воздух) или углекислым газом. Эти изменения характеризуются уменьшением содержания в атмосфере кислорода. Снижение содержания кислорода в воздухе наступает и при разбавлении его метаном.

Уменьшение концентрации кислорода в воздухе до 14-15% не вызывает в организме существенных нарушений. Дальнейшее снижение его концентрации вызывает уже явления кислородного голодания (аноксемии) – дыхание и пульс учащаются, понижается способность мышления. При концентрации кислорода 10-12% нарушается координация движений, при 8-10% – теряется сознание, при 6% – наступают судороги и прекращается дыхание; сердце продолжает работать еще несколько минут и, если пострадавшему не будет оказана помощь – немедленная доставка дыхательным органам кислорода или свежего воздуха (искусственное дыхание), наступает смерть.

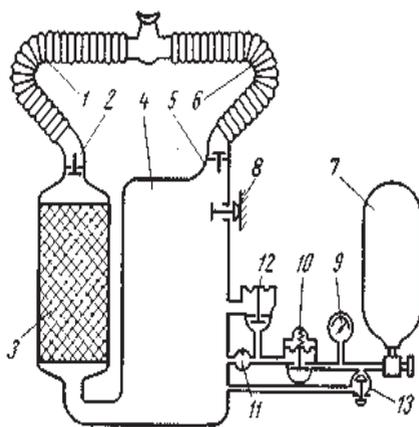
Главная опасность аноксемии заключается в субъективной бессимптомности – человек не ощущает ее проявлений и не принимает никаких мер к своему спасению.

Установлено, что вдыхание воздуха, содержащего кислород в концентрациях, превышающих его содержание в обычном воздухе, при пользовании

кислородно-дыхательными и оживляющими аппаратами при нормальном барометрическом давлении не оказывает ощутимо вредного воздействия на организм.

Для защиты органов дыхания от вредных примесей в воздухе при условии, что в нем имеется достаточное содержание кислорода (не ниже 16-17%), можно применять фильтрующие противогазы. Наиболее универсальны изолирующие противогазы, обеспечивающие дыхание человека независимо от состава окружающей атмосферы. Изолирующие рудничные противогазы многочасового действия, позволяющие производить в них тяжелую физическую работу, называются респираторами. Респираторы являются основным оснащением ВГСЧ.

На рис. 15.2 показана общая для всех рудничных респираторов схема циркуляции в них воздуха. При вдохе воздух через мундштук или маску поступает в выдыхательный шланг 1 и через выдыхательный клапан 2 в регенеративный патрон 3, заполненный химвоспителем углекислого газа – ХПВ (гидрат окиси кальция).



**Рис. 15.2.** Схема циркуляции воздуха и кислородопитания в респираторах с комбинированной подачей кислорода

Поглощение углекислого газа выдыхаемого воздуха протекает по реакции

$$\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2 = \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}.$$

Очищенный от углекислого газа воздух поступает в дыхательный мешок 4, в котором он обогащается кислородом из баллона 7. При вдохе очищенный от углекислого газа и обогащенный кислородом воздух из дыхательного мешка через выдыхательный клапан 5 и выдыхательный шланг 6 поступает в дыхательные органы человека. Система кислородопитания респиратора

должна обеспечивать потребление кислорода на дыхание, которое в основном зависит от интенсивности выполняемой человеком работы (табл. 15.2), и на продувку респиратора для предупреждения опасного скопления в нем азота.

Таблица 15.2

Состояние	Нагрузка (мощность), кВт/ч	Вентиляция легких, л/мин	Потребление кислорода, л/мин	Выделение углекислого газа, л/мин
Покой	0	10	0,3	0,25
Работа, эквивалентная ходьбе со скоростью 4,5 км/ч	10 000	25	1,0	0,85
Работа, эквивалентная передвижению со скоростью 8 км/ч	15 000	60	2,5	0,35
Работа с максимальной физической нагрузкой	25 000	75	3,2	3,4

Опасное скопление азота может быть вызвано тем, что содержащийся в баллоне со сжатым кислородом азот (1,5-2% к объему кислорода) поступает вместе с ним в ограниченный объем системы легкие – респиратор, в воздухе которой содержится около 79% азота. Кислород расходуется на дыхание, выдыхаемый углекислый газ поглощается химпоглотителем, а азот может постепенно заполнить систему настолько, что концентрация кислорода в ней упадет до опасного предела, вызывающего аноксемию.

Продувка респиратора осуществляется подачей кислорода в большем количестве, чем это требуется для дыхания. При этом, в зависимости от принятой системы кислородопитания, либо переполняется дыхательный мешок и часть газовой смеси из него вместе с азотом удаляется в наружную атмосферу через избыточный клапан 8, либо часть газовой смеси из мешка удаляется специальным продувочным насосом, а ее объем компенсируется дополнительной порцией кислорода из баллона. Респираторы снабжаются манометром 9, позволяющим контролировать давление кислорода в баллоне.

Системы кислородопитания бывают с постоянной, комбинированной и легочно-автоматической подачей кислорода. В системе с постоянной подачей кислород из баллона поступает в редуктор 10. Редуктор представляет собой дроссельный клапан, степень открытия которого автоматически устанавливается на величину, находящуюся в обратной зависимости от величины давления в баллоне. Таким образом, при снижении давления в баллоне от 200 до 10-12 ат на низкой стороне редуктора поддерживается постоянное давление 3-4 ат, что обеспечивает постоянную скорость подачи кислорода в мешок через дозирующее отверстие 11.

При работе респиратора только на постоянной подаче она должна устанавливаться на расход кислорода, обеспечивающий дыхание при наибольшей физической нагрузке (см. табл. 15.2).

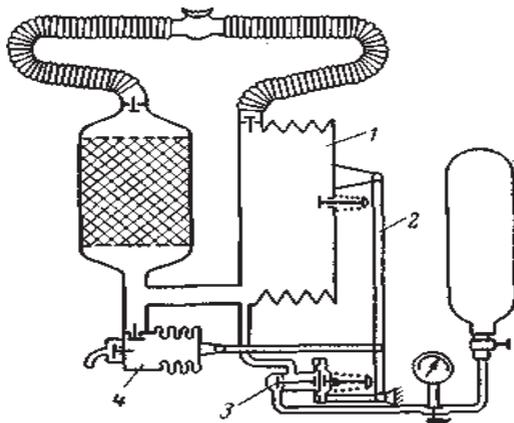
Однако человек в состоянии работать с предельной нагрузкой не более чем несколько минут, после чего должны следовать отдых или менее интенсивная работа с меньшим расходом кислорода на дыхание. При этом значительная часть кислорода бесполезно уходит через избыточный клапан, уменьшая срок защитного действия респиратора. Поэтому постоянная подача кислорода применяется только в изолирующих самоспасателях, которые не рассчитываются на длительный срок защитного действия.

В респираторах с комбинированной подачей кислорода постоянная доза устанавливается равной 1,2-1,4 л/мин, что соответствует работе средней тяжести. В периоды более напряженной работы в дыхательный мешок поступают дополнительные порции кислорода через легочный автомат 12.

Легочный автомат представляет собой клапан, открывающийся при значительном (превышающем нормальное) опорожнении мешка. Опорожнение мешка происходит в конце вдоха, вследствие того, что потребление кислорода начинает превышать поступление его при постоянной подаче. Автомат приводится в действие либо мембраной, наружная часть которой сообщается с внешней атмосферой, а внутренняя – с дыхательным мешком (мембранный автомат), либо рычагом, соединенным с подвижной стенкой дыхательного мешка (рычажный автомат). Общей для всех систем кислородопитания является аварийная подача кислорода через клапан 13 (байпас), открываемый вручную. В аппаратах с постоянной и комбинированной подачей кислорода продувка осуществляется вследствие естественного чередования напряженной работы с менее напряженной и отдыхом, в течение которых потребляется кислорода меньше, чем поступает через дозирующее отверстие. При этом на продувку расходуется, в зависимости от режима производимой в респираторе работы, от 20 до 60% кислорода. В то же время оптимальное ее значение на всех режимах работы должно составлять около 12% от расхода кислорода из баллона, или количество удаляемой газовой

смеси из мешка должно составлять 0,45% от объема легочной вентиляции для условия сохранения в нем концентрации кислорода не ниже 25%.

Более экономно расходуется кислород в респираторе с легочно-автоматической подачей и продувкой специальным насосом (рис. 15.3).



**Рис. 15.3.** Схема кислородопитания при легочно-автоматической подаче кислорода и продувке специальным насосом

В виде мехов мешок 1 в точном соответствии воспроизводит число и объем вдохов. Рычаг 2, связанный с легочным автоматом 3 и продувочным насосом (сильфоном) 4, обеспечивает подачу кислорода из баллона в строгом соответствии с потреблением его на дыхание и продувку.

Все находящиеся на вооружении ВГСЧ респираторы имеют баллоны емкостью 2 л, в которых содержится по 400 л кислорода под начальным давлением 200 ат. В табл. 15.3 приведена краткая характеристика рабочих респираторов, получивших наибольшее распространение в ВГСЧ.

На оснащении ВГСЧ также имеются вспомогательные респираторы (РКК-1, КИП-5, СК-4), имеющие тот же принцип действия, что и рабочие респираторы, но отличающиеся от них размерами, весом и сроком защитного действия (1-2 ч). Эти респираторы применяются в качестве резервных на случай выхода из строя рабочего респиратора, для работ в тесных выработках и как самоспасатели.

Таблица 15.3

Показатели	Тип респиратора			
	"Урал-1м"	РКК-2м	Р-12м	"Луганск-2"
Способ кислородопитания	Комбинированный			Легочно-автоматический
Постоянная подача O <sub>2</sub> , л/мин	1,4	1,2	1,4	–
Вес в снаряженном виде, кг	1,4	12	14	13,5
Размеры, мм:				
Высота	430	410	445	440
Ширина	395	360	400	400
Толщина	150	170	175	180
Сроки защитного действия, (ч) при потреблении человеком O <sub>2</sub> (среднее за весь срок работы)				
0,8 л/мин (легкая работа)	4	4	4	8
1,5 л/мин (работа средней тяжести)	4	4	4,5	4,5
2,0 л/мин (тяжелая работа)	3,5	3	3,5	3,5

### Самоспасатели

Самоспасателями называются портативные рудничные противогазы кратковременного действия (40-60 мин), предназначенные для выхода из выработок с непригодной для дыхания атмосферой. По принципу действия самоспасатели бывают изолирующие и фильтрующие. Фильтрующие самоспасатели применяются для выхода из выработок, заполненных продуктами горения или взрыва, в воздухе которых обычно содержится достаточное для дыхания количество кислорода, но главной опасностью является наличие окиси углерода.

На рис. 15.4 показан схематический разрез самоспасателя П-55м со снятой крышкой (подготовленного к действию).

При вдохе воздух по отсеку 1 поступает через металлическую сетку 2 в слой осушителя (карбогель или силикагель) 3, а затем в слой гопкалит) 4, в котором СО, соединяясь с кислородом воздуха, доокисляется и образует СО<sub>2</sub>. Гопкалит представляет собой смесь MnO<sub>2</sub> (60%) и CuO (40%). Реакцию доокисления можно описать следующими формулами:

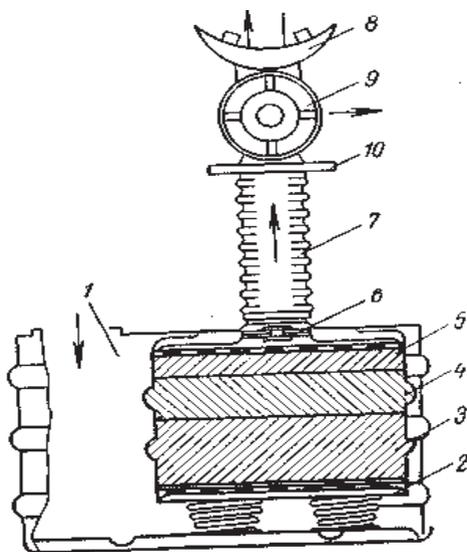


Рис. 15.4. Схема фильтрующего самоспасателя СП-55м

В процессе работы  $\text{MnO}_2$  непрерывно восстанавливается до  $\text{MnO}$  и снова окисляется кислородом воздуха до  $\text{MnO}_2$ , причем заметного обеднения кислорода даже после многих часов работы не наступает. Очищенный от  $\text{CO}$  воздух проходит через противодымный фильтр 5 (слой ваты) и далее через вдыхательный клапан 6, шланг 7 и мундштук-загубник 8 поступает в дыхательные органы человека. При выдохе воздух через выдыхательный клапан 9 выходит в наружную атмосферу.

В походном положении мундштучная коробка и мундштук-загубник помещаются в отсеке 1, к кромке которого прижат герметизирующий фланец мундштучной коробки 10. Кроме того, самоспасатель герметизируется наружной крышкой, края которой при помощи металлической ленты припаяны к корпусу самоспасателя.

Надежная герметизация самоспасателя в походном положении необходима ввиду того, что под воздействием влаги окружающего воздуха зерна гопкалита оплавляются и спекаются в сплошную массу. При этом резко возрастает сопротивление слоя, а главное – гопкалит теряет свои каталитические свойства.

### Техническая характеристика самоспасателя СП-55м

Вес, г .....	1350
Размеры (с футляром), мм .....	145x100x60
Срок защитного действия, мин .....	60
Применяется при концентрации, %:	
СО .....	Не более 1,0
О <sub>2</sub> .....	Не менее 17

Ввиду того, что фильтрующие самоспасатели имеют большое сопротивление на входе, в них нельзя производить тяжелую физическую работу. Движение людей в самоспасателях допускается со скоростью не более 3-4 км/ч.

В подземных выработках запрещается работающим находиться без самоспасателей. В тех случаях, когда планом ликвидации аварии предусмотрен выход людей в самоспасателях по выработкам, протяженность, сечение и угол наклона которых не позволяют осуществить его за срок защитного действия самоспасателей, оборудуются пункты переключения в резервные самоспасатели.

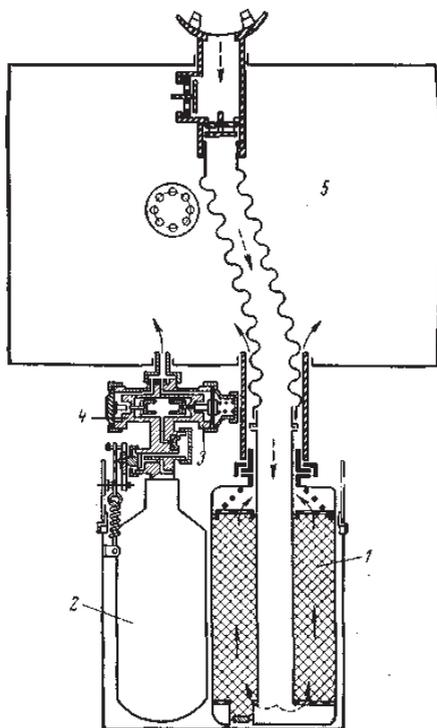
Для выхода из выработок с любой непригодной для дыхания атмосферой применяются изолирующие регенеративные самоспасатели на сжатом или на химически связанном кислороде. Изолирующими самоспасателями в первую очередь обеспечиваются работающие в шахтах, разрабатывающих пласты, опасные по выбросам угля и газа, так как снижение содержания кислорода в рудничном воздухе при выбросах исключает возможность применения фильтрующих самоспасателей.

Изолирующий самоспасатель на сжатом кислороде (рис. 15.5) представляет собой малогабаритный респиратор с постоянной подачей кислорода.

### Техническая характеристика самоспасателя СК-5

Емкость кислородного баллона, л .....	0,4
Начальное давление кислорода, ат .....	200
Постоянная подача кислорода, л/мин .....	2
Срок защитного действия, мин .....	Не менее 40
Размеры, мм .....	270x175x97
Вес в снаряженном виде, кг .....	3,6

Запуск самоспасателя автоматический, осуществляемый при снятии верхней крышки. Самоспасатель СК-5 предназначен для многократного использования (переснаряжающийся).



**Рис. 15.5.** Схема изолирующего самоспасателя на сжатом кислороде:  
 1 – регенеративный патрон; 2 – кислородный баллон; 3 – редуктор;  
 4 – байпас; 5 – дыхательный мешок

В самоспасателе на химически связанном кислороде (рис. 15.6) для регенерации воздуха применяется кислородсодержащий продукт в виде гранул, приготовленный из перекиси щелочных металлов. При прохождении через него выдыхаемого воздуха продукт поглощает содержащиеся углекислый газ и влагу, взамен которых выделяет кислород.

Выдыхаемый воздух через мундштук-загубник 1 и гофрированный шланг 2 поступает в регенеративный патрон 3, в котором он освобождается от углекислого газа и влаги, и по кольцевому зазору между патроном и корпусом 4 направляется в дыхательный мешок 5. При вдохе воздух поступает в дыхательные органы в противоположном направлении, второй раз проходя через регенеративный патрон. Такая бесклапанная схема циркуляции воздуха называется, в отличие от ранее описанных круговых схем, маятниковой схемой.

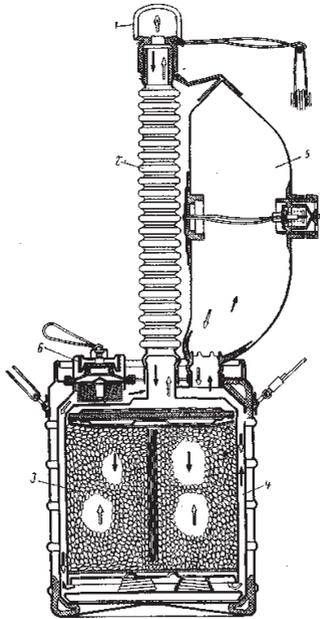


Рис. 15.6

Пусковое устройство 6 при вскрытии самоспасателя срабатывает автоматически. При этом в кислородсодержащий продукт выливается порция серной кислоты и выделяется за 20-30 сек около 5 л кислорода. Кислородсодержащий продукт при нарушении герметичности самоспасателя может самовоспламениться, поэтому весь самоспасатель заключен в прочный герметически закрывающийся футляр.

Последняя модель самоспасателя на химически связанном кислороде (ШС-7) имеет цилиндрическую форму. Его диаметр 134 мм, высота с закрытой крышкой 254 мм. Срок защитного действия при движении по тяжелому маршруту (лава, уклон) не менее 40 мин. Самоспасатель ШС-7 одноразового действия (переснаряжается только в заводских условиях).

Самоспасатели во время ношения подвергаются тряске, ударам и другим воздействиям, которые могут нарушить их работу. Поэтому самоспасатели любых типов перед каждой выдачей должны тщательно осматриваться и при обнаружении тех или иных недостатков выбраковываться. Не реже одного раза в месяц все самоспасатели должны проверяться на герметичность внешнего футляра, так как потеря герметичности приводит к отработыванию осушителей, поглотителей  $\text{CO}_2$ , кислородсодержащего продукта.

Проверка на герметичность производится путем погружения самоспасателя в теплую воду (при этом на поверхности не должны появляться пузырьки воздуха).

### Аппараты искусственного дыхания

Для осуществления в необходимых случаях искусственного дыхания, ингаляции и аспирации пострадавшим горноспасательные части оснащены аппаратами типа "Горноспасатель" (ГС-3, ГС-5, ГС-8 и ДП-2). Эти аппараты имеют общий принцип действия и отличаются друг от друга конструктивным исполнением. С их помощью осуществляется искусственное дыхание по методу вдувания воздуха в легкие и отсасывания его из них с автоматическим переключением с вдоха на выдох и с выдоха на вдох по достижении определенных значений давления и разрежения в легких (+12 и -5 мм рт. ст.).

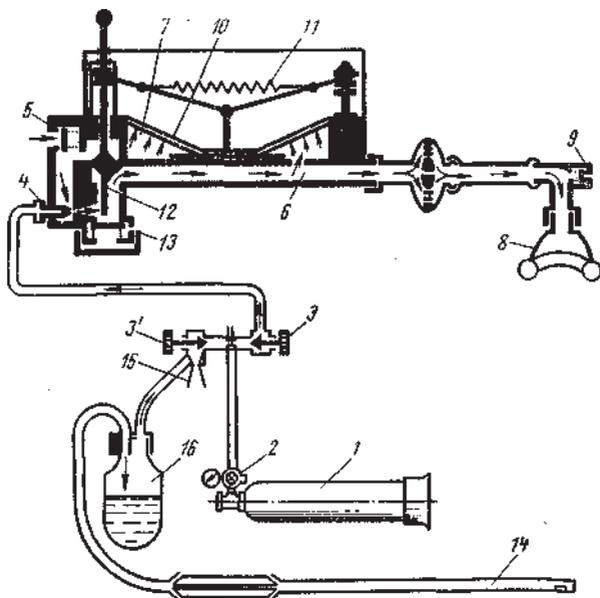


Рис. 15.7. Аппарат искусственного дыхания ДП-2

При установке аппарата на искусственное дыхание (рис. 15.7) кислород из баллона 1 через редуктор 2 при открытом вентиле 3 поступает в эжектор 4, в который засасывается из наружной атмосферы воздух через клапан 5. Воздух под создаваемым эжектором давлением поступает по каналу 6 и че-

рез ингаляционную маску 8 с заглушенным выдыхательным клапаном 9 – в дыхательные пути и легкие. При заполнении легких воздухом увеличивает-ся его давление в кольцевом пространстве 7 под мембраной 10. Вследствие этого преодолевается сопротивление пружины 11, рычаги автомата и свя-занный с ним клапан 12 перебрасываются в положение, при котором воздух из легких отсасывается эжектором 4 и направляется через клапан 13. Воз-дух поступает в наружную атмосферу до тех пор, пока разрежение в легких не достигнет предела. При этом мембрана 10 займет исходное положение и произойдет описанное ранее вдувание воздуха в легкие. При ингаляции кис-лородом (в случаях ослабленного, поверхностного дыхания) клапан 12 фик-сируют на положение вдувания и освобождают выдыхательный клапан 9, расположенный на ингаляционной маске. При этом количество кислорода в подаваемом воздухе регулируется степенью открытия клапана 5. При аспи-рации (отсасывании) влаги из дыхательных путей в них вводят трубку 14, вентиль 3 закрывают, а вентиль 3 открывают. При этом начинает работать эжектор 15 и влага поступает в аспиратор 16.

---

## Л и т е р а т у р а

1. Безопасность ведения горных работ и горноспасательное дело : учеб. для вузов / К.З. Ушаков, Н.О. Каледина, Б.Ф. Кирин и др. – 2-е изд., стер, – М. : Изд-во МГУ, 2002. – 487 с.: ил.
2. Хейфиц С.Я., Балтайтис В.Я. Охрана труда и горноспасательное дело. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Недра, 1978. – 423 с.
3. Чемезов Е.Н. Безопасность ведения открытых горных работ : учеб. пособие. – М. : Вузовская книга, 2008. – 304 с.: ил.
4. Правила безопасности в угольных шахтах РД-05 – 94-95.
5. Единые правила безопасности при разработке рудных, нерудных и россыпных месторождений полезных ископаемых подземным способом, 2003 г.
6. Чемезов Е.Н. Основные направления обеспыливания шахт и рудников Севера. – Якутск, 1984. – 162 с.

*Учебное пособие*

**ЧЕМЕЗОВ Егор Николаевич**

## **БЕЗОПАСНОСТЬ ПОДЗЕМНЫХ ГОРНЫХ РАБОТ**

Редактор *Н.Т. Иванова*

Компьютерная верстка *Л.М. Винокурова*

Оформление обложки *П.И. Антипин*

Подписано в печать 21.09.10. Формат 60x84/16. Гарнитура «Таймс».  
Печать офсетная. Печ.л. 22,37. Уч.-изд.л. 27,96. Тираж 100 экз. Заказ .

---

Издательско-полиграфический комплекс Северо-Восточного федерального университета,  
677891, г. Якутск, ул. Кулаковского, 42

Отпечатано в типографии ИПК СВФУ