



THE UNIVERSITY OF CHICAGO
 DIVISION OF THE PHYSICAL SCIENCES
 DEPARTMENT OF CHEMISTRY
 5708 SOUTH CAMPUS DRIVE
 CHICAGO, ILLINOIS 60637



THE UNIVERSITY OF CHICAGO
 DIVISION OF THE PHYSICAL SCIENCES
 DEPARTMENT OF CHEMISTRY
 5708 SOUTH CAMPUS DRIVE
 CHICAGO, ILLINOIS 60637

УДК 65.011:672.8
ББК 65.304.19
А 86

Артюшин Ю.И.

А 86 Моделирование безопасного ведения горных работ: Сб. статей Горного информационно-аналитического бюллетеня. — 2004. — № 1. — 38 с. — М.: Издательство Московского государственного горного университета, 2004.

Представлены статьи, посвященные моделированию безопасного ведения горных работ.

Для студентов, аспирантов и инженерно-технических работников.

УДК 65.011:672.8
ББК 65.304.19

ISSN 0236-1493

© Издательство МГГУ, 2004
© Дизайн книги. Издательство
МГГУ, 2004

Ю.И. Артюшин



МОДЕЛИРОВАНИЕ БЕЗОПАСНОГО ВЕДЕНИЯ ГОРНЫХ РАБОТ

ПРИЛОЖЕНИЕ К ГОРНОМУ
ИНФОРМАЦИОННО-
АНАЛИТИЧЕСКОМУ
БЮЛЛЕТЕНЮ

ПРЕПРИНТ

МОСКВА
ИЗДАТЕЛЬСТВО МОСКОВСКОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО ГОРНОГО УНИВЕРСИТЕТА
2004



ПРЕДИСЛОВИЕ

*Посвящается 70-летию кафедры
"Аэрология и охрана труда" МГГУ*

Высшая горная школа России перешла на систему двухступенчатого образования. В связи с этим в цикле учебных дисциплин по безопасности горных вузов вместо дисциплины "Охрана труда" появились две новые дисциплины: "Безопасность жизнедеятельности" и "Безопасность ведения горных работ и горноспасательное дело". Произошло значительное увеличение объема материала, получаемого студентами в области безопасности, и перераспределение прежнего материала дисциплины "Охрана труда" между двумя новыми дисциплинами. В курс "Безопасность жизнедеятельности" вошли общие вопросы безопасности (правовые основы охраны труда, методы анализа травматизма, теория безопасности, некоторые другие), а дисциплина "Безопасность ведения горных работ и горноспасательное дело" при сохранении структурной общности с дисциплиной "Охрана труда" была сформирована как изучающая чисто горные проблемы безопасности. В ней существенно усилена горноспасательная часть, введен новый раздел "Организация и управление безопасностью труда". Заново написан ряд разделов (по безопасности при эксплуатации горных машин и оборудования, при взрывных работах, при работах на шахтной поверхности). Переработаны и остальные разделы. Удалось реализовать идею, заложенную еще в учебнике "Охрана труда" (1986), — изложению требований безопасности должно предшествовать рассмотрение физики соответствующих явлений. Выполнен ряд удачных обобщений, позволяющих студенту яснее понять основные принципы безопасности горного производства. В то же время сохранена преемственность дисциплины "Безо-

ная дисциплина охватывает систему инженерных знаний в области основных проблем охраны труда в шахтах: санитарно-гигиеническое обеспечение труда, меры безопасности при сооружении выработок, при ведении очистных работ, при эксплуатации машин и механизмов, на транспорте, при взрывных работах, при применении электроэнергии, на технологическом комплексе поверхности шахт, а также вопросы управления безопасностью работ на горных предприятиях. Значительное место в дисциплине отводится вопросам горноспасательного дела — рассматриваются общие сведения об авариях на шахтах, подготовка шахты к ликвидации аварий, организация горноспасательной службы в России и ведение горноспасательных работ.

Ч А С Т Ь I

ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВЕДЕНИИ ГОРНЫХ РАБОТ

Г л а в а 1

ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ НА ШАХТАХ

1.1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Под охраной труда понимается система законодательных актов, социально-экономических, организационных, технических, гигиенических и лечебно-профилактических мероприятий, обеспечивающих безопасность, сохранение здоровья и работоспособности человека в процессе труда.

Из приведенного определения следует, что охрана труда — это прежде всего система определенных действий, направленных на сохранение здоровья и работоспособности трудящегося. Конкретные мероприятия охраны труда следует рассматривать как элементы этой системы.

Из определения охраны труда следует также, что ее назначение — защита человека от травм и заболеваний, возникающих в процессе труда. И травма, и заболевание связаны с расстройством здоровья человека. При этом под травмой понимают нарушение целостности тканей и органов тела и расстройство их функций под влиянием внешних факторов. Под заболеванием или болезнью понимают вообще нарушение жизненных функций организма. В такой трактовке заболевание является более общим понятием, включающим понятие травмы. Для практических целей, однако, удобнее рассматривать травмы и прочие заболевания отдельно. Именно такое толкование травм и заболеваний принято и в настоящем учебнике.

Характерным признаком травмы, отличающим ее от заболевания, является быстрое наступление нарушения целостности тканей и функций органов человека. Оно происходит либо в момент травмирования, либо после него. Это позволяет довольно точно фиксировать время травмирования. В противополож-

ность травме заболевание развивается медленно. Момент его наступления часто вообще невозможно установить; можно лишь говорить о промежутке времени, в пределах которого наступило заболевание. Зачастую эти промежутки исчисляются месяцами.

Травмы и заболевания возникают в результате воздействия на человека определенных факторов окружающей среды. Факторы, воздействие которых на человека приводит к травме, называются опасными, а к заболеванию или снижению работоспособности — вредными. Если опасный (вредный) фактор является результатом производственной деятельности, то он называется **о п а с н ы м (в р е д н ы м) п р о и з в о д с т в е н н ы м ф а к т о р о м**.

Возможность воздействия на работающих опасных (вредных) производственных факторов определяет опасность труда. Следовательно, **б е з о п а с н о с т ь т р у д а** — это такое состояние условий труда, при которых исключено воздействие на работающих опасных (вредных) производственных факторов.

Если, однако, опасные (вредные) производственные факторы не устранены, то их воздействие на работающего в определенных условиях приводит к его травмированию или заболеванию. В этом случае говорят о производственной травме или профессиональном заболевании.

Случай воздействия на работающего опасного производственного фактора при выполнении им трудовых обязанностей или заданий руководителя работ, приведший к травме, называется несчастным случаем на производстве. Связанное с этим случаем нарушение здоровья работающего называется **п р о и з в о д с т в е н н о й т р а в м о й**, а явление, которое характеризуется совокупностью производственных травм, — **п р о и з в о д с т в е н н ы м т р а в м а т и з м о м**. **П р о ф е с с и о н а л ь н о е з а б о л е в а н и е** — это заболевание, вызванное воздействием на работающего вредных условий труда, а явление, характеризующееся совокупностью профессиональных заболеваний, называется **п р о ф е с с и о н а л ь н о й з а б о л е в а е м о с т ь ю**.

В деле охраны труда особое значение имеют техника и технические средства, используемые в трудовом процессе. При этом техника имеет двойное значение. Во-первых, она часто является источником определенных опасностей. Во-вторых, на производстве — в горном деле особенно — применяется целая система технических средств, используемых только для обеспечения безопасности работающих (например каски, защитное заземление, мероприятия газового и пылевого режима и многое другое). Всю эту систему технических средств охраны труда и

соответствующих им организационных мероприятий можно с некоторой условностью разделить на две группы: технические и организационные средства предупреждения травматизма и технические и организационные средства предупреждения профессиональных заболеваний.

Система организационных мероприятий и технических средств, предотвращающих воздействие на работающих опасных производственных факторов, т.е. травмирование трудящихся, называется *техникой безопасности*. С техникой безопасности горный инженер связан в течение всей своей трудовой деятельности. Как руководитель производства, он обязан наиболее безопасно организовать трудовой процесс, выбрать наиболее безопасную технику и технологию работ, применять наиболее эффективные технические средства обеспечения безопасности.

Технические средства, предупреждающие профессиональные заболевания, являются важным элементом *производственной санитарии*, под которой понимается система организационных мероприятий и технических средств, предотвращающих или уменьшающих воздействие на работающих вредных производственных факторов.

Охрана труда связана с гигиеническими аспектами трудовой деятельности человека. *Гигиена труда* — область медицины, изучающая воздействие трудового процесса и окружающей производственной среды на организм работающих с целью разработки санитарно-гигиенических и лечебно-профилактических мероприятий, направленных на создание наиболее благоприятных условий труда, обеспечение здоровья и высокого уровня трудоспособности работающих. Как наука гигиена труда занимается разработкой научных основ производственной санитарии. Одним из разделов гигиены труда является *физиология труда*, которая изучает изменения функционального состояния организма человека в связи с трудовым процессом и условиями среды, в которой этот процесс протекает. В последние годы все большее внимание уделяется психологическим вопросам трудовой деятельности человека, связанным с безопасностью труда. Такая связь охраны труда с медико-биологическими науками не случайна, ибо нельзя говорить об эффективной охране человека в процессе труда, не зная, как сам труд и его условия влияют на человека, и не учитывая психологических особенностей восприятия работающим окружающей среды, в том числе производственных опасностей.

При анализе травматизма, расследовании несчастных случаев и разработке мероприятий по их предупреждению важно знать причины, приведшие к травмам. *Причиной* несча-

стного случая называется явление, вызвавшее травму. Например, причиной несчастного случая может быть падение куска породы. Причина отвечает на вопрос: почему произошел несчастный случай?

Следует, однако, иметь в виду, что травмированию всегда предшествует цепь взаимосвязанных явлений. И хотя травму вызывает последнее из них, являющееся непосредственной ее причиной, оно далеко не всегда является главным в этой цепи. Например, расследование несчастного случая, связанного с падением куска породы, может показать, что он произошел вследствие внедрения выработки в зону геологического нарушения, которое современными методами и средствами не могло быть обнаружено. В этом случае, хотя непосредственной причиной травмы и является падение куска породы, главной причиной является неожиданное изменение геологических условий ведения работ.

С причиной несчастного случая не следует смешивать понятие травмирующего фактора, или причинителя несчастного случая. Это понятие отвечает на вопрос: чем нанесено повреждение пострадавшему? Так, в примере с травмированием упавшим куском породы травмирующим фактором, или причинителем травмы, является кусок породы, упавший на пострадавшего. Таким образом, травмирующий фактор можно определить как явление (высокая или низкая температура, электрический ток, сильный звук и т.п.) или материальное тело (порода, машина и т.п.), непосредственно нанесшее (причинившее) травму.

Причины несчастных случаев могут быть организационного и технического характера. Организационные причины связаны с аритмичностью работы предприятия, недостатками обучения и инструктажа по технике безопасности, неправильным учетом психофизиологических возможностей человека, недостаточной производственной дисциплиной и квалификацией работающих и т.п. Технические причины связаны с конструктивными недостатками машин и механизмов, износом их отдельных деталей, неудовлетворительным качеством материалов, а также с горно-геологическими условиями (например, углубление горных работ увеличивает опасность внезапных выбросов угля и газа). По существу, собственно техническими причинами можно назвать лишь те, которые являются результатом объективно существующих ограничений технических возможностей общества. Таковыми являются, например, ограничения, связанные с достигнутым уровнем развития науки и техники и возможностями экономики.

Непосредственная причина травмирования обычно имеет технический характер.

В процессе расследования, статистической обработки и анализа травмы к л а с с и ф и ц и р у ю т с я по ряду показателей. По характеру причин травмы делятся на механические (порезы, переломы и т.п.), электрические (поражения электрическим током), химические (ожоги кислотами, щелочами и т.п.), термические (вызванные воздействием высоких или низких температур). Сюда относятся также острые отравления.

По тяжести травмы делятся на легкие, тяжелые и смертельные. Они различаются длительностью потери трудоспособности пострадавшим. Перечень повреждений, по которым травмы относятся к тяжелым, устанавливается Минздравом РФ, а заключение о тяжести травмы дает врач.

По количеству пострадавших несчастные случаи делятся на одиночные и групповые (с числом пострадавших два человека и более).

По производственному признаку несчастные случаи делятся на происшедшие на производстве и вне производства.

По страховому признаку (размеру страхового обеспечения) несчастные случаи делятся на связанные с работой и бытовые.

1.2. НЕБЛАГОПРИЯТНЫЕ ФАКТОРЫ ГОРНОГО ПРОИЗВОДСТВА

В дисциплине "Безопасность жизнедеятельности" рассмотрены основные неблагоприятные факторы среды обитания человека. Горное производство, в том числе предприятия для подземной добычи полезных ископаемых, — частный случай среды обитания человека, поэтому общие положения о неблагоприятных факторах среды обитания, изложенные в дисциплине "Безопасность жизнедеятельности", имеют отношения и к неблагоприятным факторам горного производства. В частности, говоря "неблагоприятные факторы горного производства", мы прежде всего должны иметь в виду характер проявления этих факторов в условиях горного производства. В зависимости от характера их проявления факторы могут восприниматься человеком как неблагоприятные¹, нейтральные или жизненно необходимые. Характер проявления можно оценивать величиной фактора и некоторыми другими показателями. В большинстве случаев характер проявления факторов можно оценить некоторой чис-

¹ Под неблагоприятными понимаются факторы, характер проявления которых опасен или вреден для человека

ловой величиной (значение температуры воздуха, величины горного давления, силы тока, степени взрывчатости или ядовитости газа и т.п.).

В то же время неблагоприятные факторы горного, особенно подземного, производства имеют свои особенности. Главная из них — высокая степень опасности и вредности по отношению к человеку, что является объективной причиной высоких травматизма и профессиональной заболеваемости горнорабочих.

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 опасных 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, совершенно 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 вечной 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.

Второй причиной высокой степени неблагоприятности факторов горного производства является технологическая специфика последнего. Это прежде всего непостоянство рабочего места. Перемещение очистных и подготовительных забоев в пространстве существенно затрудняет их обустройство в части безопасности. Постоянное изменение длины выработок и топологии их сети обуславливает нестационарность шахты как технологиче-

ской системы, что существенно усложняет управление ею, в том числе и ее безопасностью. Горные работы в шахте ведутся в условиях высокой стесненности рабочих мест, что само по себе не способствует их безопасности. Если же к этому добавить высокую насыщенность рабочих мест оборудованием, порой недостаточную освещенность, высокую степень энерговооруженности шахт, высокое пылеобразование, применение взрывчатых веществ, во многих случаях взрывоопасность шахтной атмосферы, то становится понятным, почему подземные горные работы являются одним из наиболее опасных видов производственной деятельности человека.

Следует отметить, что некоторые из перечисленных факторов могут иметь как о б ы к н о в е н н о е (о б ы ч н о е), так и к а т а с т р о ф и ч е с к о е п р о я в л е н и е. Например, сила тяжести обычно проявляется в виде горного давления, величина которого мало меняется на одном горизонте шахты. Ему успешно противостоит обычное крепление выработок. Однако при определенных условиях сила тяжести может проявиться в виде концентрации напряжений, существенно превышающих обычное давление. Это может привести к вывалам сравнительно небольших масс горной породы, к большим обрушениям, завалам выработок, горным ударам и внезапным выбросам горной породы и газа. Катастрофический характер могут иметь выделение газа из горных пород (внезапный выброс породы и газа), повышение температуры среды (пожары), водоприток (затопления выработок), проявления некоторых других факторов.

От катастрофического проявления отдельных факторов горного производства нужно отличать к а т а с т р о ф и ч е с к и е п о с л е д с т в и я обычного проявления факторов. Как правило, катастрофические последствия обычных проявлений факторов окружающей среды имеют место при особых сочетаниях условий — часто при нарушении требований правил безопасности. Например, обычным проявлением действия электрического тока является искрение в системах коммутации силовых электроустановок. При нормальном состоянии шахтной атмосферы это не вызывает каких-либо опасных последствий. Однако в случае, когда в воздухе, окружающем и заполняющем такую установку, присутствует взрывчатый газ (метан, водород и др.) и его содержание находится во взрывоопасных пределах, при очередном искрении в установке произойдет взрыв газа. Если при этом количество газа со взрывоопасным содержанием велико, взрыв будет иметь катастрофические последствия.

Катастрофические проявления факторов горного производства и их катастрофические последствия называются а в а р и

123525

Государственной образовательное учреждение
среднего профессионального образования
"БЕРЕЗНИКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ
ТЕХНИКУМ"
БИБЛИОТЕКА

я м и. Авариям в шахтах, их предупреждению и борьбе с ними посвящена вторая часть учебника.

Ниже дается краткий обзор основных неблагоприятных факторов природного и антропогенного происхождения, проявляющихся при подземной добыче полезных ископаемых и подземном строительстве. Более подробно эти факторы рассматриваются в соответствующих разделах учебника.

Очистные выработки. К основным неблагоприятным факторам очистных выработок, а точнее к факторам, величины которых в очистных выработках имеют неблагоприятные для человека значения, относятся следующие:

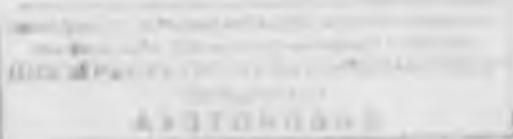
природные факторы — сила тяжести, газовыделение из горных пород, обводненность, недостаток освещенности;

антропогенные факторы — стесненность рабочего пространства, работа машин и механизмов, шум, запыленность воздуха, взрывные работы и электрический ток.

С и л а т я ж е с т и, воздействуя на горные породы, вызывает обрушение пород кровли и груди забоя и пучение пород почвы. Обрушения вызывают опасность травмирования людей, пучения уменьшают рабочее пространство выработки, что может привести к авариям и травмам. Горное давление может также спровоцировать внезапный выброс горной породы и газа или вызвать горный удар. Следует, однако, отметить, что внезапные выбросы чаще происходят в процессе проведения горной выработки. Для предупреждения неблагоприятного воздействия горного давления на горнорабочих выработку крепят и частично разгружают горный массив от давления, а внезапные выбросы предупреждают еще и дегазацией массива.

Г а з о в ы д е л е н и е из горных пород происходит в горные выработки, а также в помещения на земной поверхности, расположенные на выходах газоносных и трещиноватых пород. Выделение из горных пород естественно содержащихся в них газов может привести к неблагоприятным изменениям состава воздуха в выработках, в том числе и в очистных (насыщение воздуха взрывчатыми и ядовитыми газами, вытеснение кислорода). Предупреждение этих явлений производят эффективной вентиляцией выработок, а также дегазацией горного массива.

О б в о д н е н н о с т ь выработок обычно сопутствует разработке обводненных месторождений. Иногда она является причиной аварийного поступления воды из подземных и поверхностных водоемов, а также атмосферных осадков. Умеренная и обильная обводненность вредна для работающих; последняя в то же время затрудняет ведение технологических процессов. Аварийная обводненность (затопление) опасна. Для борьбы с



обводненностью выработку проводят с уклоном, способствующим отводу воды от мест ведения работ. Воду удаляют из шахты специальными насосами. Затопления выработок предупреждают организацией водоотлива, надежным отделением действующих выработок от близрасположенных водоемов и осушением месторождений. При сильных водопритоках в очистные выработки возможно применение восходящего порядка отработки, при котором обеспечивается отток воды в выработанное пространство. С этой же целью возможно применение наклонно расположенной линии очистного забоя (нижняя часть лавы опережает верхнюю) при отработке пласта по простиранию.

Недостаток о с в е щ е н н о с т и является прежде всего результатом отсутствия солнечного света в горных выработках. Это требует постоянного применения искусственного освещения, интенсивность которого существенно ниже естественного освещения на поверхности. Неблагоприятное воздействие этого фактора, могущего вызвать как заболевания органов зрения, так и несчастные случаи, предупреждается искусственным освещением, соответствующим санитарным нормам.

С т е с н е н н о с т ь р а б о ч е г о п р о с т р а н с т в а выработок обусловлена требованиями поддержания кровли — чем меньше поперечное сечение выработки, тем легче ее поддерживать. Это особенно важно в условиях очистной выработки, где управление кровлей является весьма сложной задачей. На угольных шахтах сечение лав, оборудованных механическими комплексами, на маломощных пластах снижается до 1 — 1,5 м² в свету. Стесненность рабочего пространства очистных забоев затрудняет движения горнорабочих, увеличивает вероятность опасного соприкосновения с работающим оборудованием, вынуждает работать в неудобных позах (лежа, на коленях и др.). Она способствует нахождению человека в условиях повышенного шума и запыленности. В стесненных выработках обычно скорость движения воздуха высокая, что может приводить к взметыванию осевшей пыли и мелких фракций угля и их травмирующему воздействию на органы зрения работающих. В общем стесненность рабочего пространства способствует травматизму и профессиональным заболеваниям горнорабочих.

Очистные выработки, особенно на угольных шахтах, до предела насыщены м а ш и н а м и и м е х а н и з м а м и. На угольной шахте в очистной выработке в большинстве случаев работает очистной комбайн в комплексе с механизированной крепью и конвейером, возможна также работа оборудования по обуриванию забоя для увлажнения угольного массива с целью борьбы с пылью. Все эти машины и механизмы имеют откры-

тые движущиеся части (режущая цепь и погрузчик комбайна, секции механизированной крепи, тяговые цепи и скребки конвейеров и др.), соприкосновение человека с которыми может привести к травме. Стесненность рабочего пространства очистных выработок увеличивает опасность этой ситуации.

Шум и запыленность являются результатом работы машин и механизмов. Положение усугубляется стесненностью рабочего пространства, при котором человек вынужден находиться в непосредственной близости от источников шума и пыли. Кроме рассмотренных в гл. 2 средств предупреждения неблагоприятного воздействия этих факторов на человека применяется такая организация работ, при которой рабочие места людей омываются чистым (незапыленным) воздухом.

Взрывные работы являются весьма опасным и вредным фактором горного производства. Опасность заключается в возможном воздействии на людей разлетающихся кусков взрываемой породы и взрывной волны, а также в возможности воспламенения взрывчатого газа, если таковой содержится в этой породе. Кроме того, при неосторожном обращении со взрывчатыми материалами возможно их непредусмотренное инициирование. Вредность взрывных работ определяется образованием значительных количеств ядовитых газов. Для исключения опасного и вредного воздействия взрывных работ работающих удаляют от места взрыва, а перед их возвращением производят эффективную вентиляцию выработки. Кроме того, должны соблюдаться специальные правила обращения со взрывчатыми материалами. Взрывные работы широко распространены при ведении очистных работ в рудных шахтах. В угольных шахтах масштабы применения взрывных работ в очистных выработках существенно меньше.

Электрический ток — основной вид энергии, применяемый в очистных выработках. В угольных шахтах он является основным видом энергии. Опасность использования электрического тока в горных выработках, в том числе и в очистных, увеличивается в связи с малым электрическим сопротивлением окружающей среды (это усиливает опасность поражения человека), более быстрым износом изоляции электрокабелей передвижных машин, сложностью заземления последних, возможностью воспламенения окружающей среды при неисправностях электрооборудования. Предупреждение опасного действия электрического тока на человека и окружающую среду в шахте достигается применением целой системы электрической защиты, в которую входят, в частности, специальные требования к изоляции, ограничения напряжения, система заземления,

применение при необходимости взрывозащищенного электрооборудования и др.

Проводимые выработки. В проводимых горных выработках действуют практически те же неблагоприятные факторы, что и в очистных выработках. Однако проявления некоторых из них имеют свои особенности. Во-первых, проводимые выработки имеют лишь один выход, что затрудняет, а иногда делает невозможным выход людей в случае аварийного состояния выработки. Во-вторых, проводимые выработки проходят в практически нетронутым массиве, что интенсифицирует проявление ряда факторов. В таких выработках горное давление и содержащийся в наибольшем количестве в массиве вокруг выработок газ чаще вызывают внезапные выбросы породы и газа. Из-за высокой газонасыщенности пород вокруг проводимых выработок (газ еще не успел дренироваться горными работами) газы выделяются в последние наиболее интенсивно. Кроме того, нетронутый массив имеет максимальную температуру, что в глубоких шахтах создает тяжелые климатические условия в проводимых выработках.

Вентиляцию проводимых выработок осуществляют с помощью вентиляторов местного проветривания, что затрудняет подачу больших количеств воздуха, необходимых при значительных газо- и тепловыделениях. В результате в проводимых выработках возможны местные и слоевые скопления метана, высокая температура воздуха. В тупиковых выработках обычно затруднена вентиляция и по пылевому фактору, что обуславливает высокую запыленность воздуха в призабойной части.

Из-за трудностей с подачей в призабойную часть достаточных количеств воздуха в последней возможно образование взрывоопасной концентрации метана после взрывания по углю. Отсюда опасность воспламенения метана при ведении взрывных работ.

Транспорт в проводимых выработках, как правило, временный, что снижает его надежность и повышает опасность. Особую опасность представляет рельсовый транспорт при проведении наклонных выработок. Возможные обрывы тяговых канатов и падение вагонеток в выработки вынуждают устанавливать специальные ограждения призабойных частей проводимых наклонных выработок.

Прочие выработки. Их можно разделить на выработки со свежей струей воздуха, выработки с исходящей струей воздуха (вентиляционные) и камеры.

Выработки со свежей струей воздуха — это транспортные выработки. По ним производят транспортирование добытого полезного ископаемого и люди следуют к местам работы. Ос-

новным опасным фактором здесь являются транспортные машины и механизмы. Их опасность усугубляется стесненностью выработок. В транспортных вертикальных и наклонных выработках основным опасным фактором является сила тяжести: под ее действием разрушаются тяговые канаты и происходит падение транспортных сосудов.

Основным неблагоприятным фактором в вентиляционных выработках является не отвечающее требованиям состояние атмосферы. В выработках с исходящими струями наиболее низкое содержание кислорода в воздухе. По ним движутся газы взрывчатых веществ и газы, выделяющиеся из горных пород. Часто в таких выработках образуются опасные скопления метана. Воздух в вентиляционных выработках существенно запылен, что способствует развитию у горняков пылевых заболеваний, а в угольных шахтах еще и создает опасность взрывов пыли. Наконец, в вентиляционных выработках обычно нет постоянного освещения, а рабочие пользуются лишь индивидуальными светильниками.

Из камер наиболее опасны склады взрывчатых материалов (ВМ) и камеры с работающим электрооборудованием. В складах ВМ основным опасным фактором является энергия, заключенная во ВМ, или собственно ВМ. Взрыв склада ВМ — катастрофа для шахты. В камерах с работающим электрооборудованием основной опасный фактор — электрический ток, о котором уже говорилось ранее. Опасная разновидность этих камер — зарядные камеры, в которых заряжают электровозные аккумуляторные батареи. Кроме электрического тока здесь действует еще один опасный фактор — водород, который образуется при зарядке батарей. Водород — взрывчатый газ, поэтому в зарядных камерах применяется система мер, исключающих возможность его взрыва.

Неблагоприятные факторы при авариях в шахтах. Основными авариями в шахтах являются пожары и взрывы газа, реже — крупномасштабные обрушения.

При пожарах основным неблагоприятным фактором является атмосфера, в которой образуется значительное количество ядовитых газов. Последние вентиляционной струей разносятся далеко от места пожара и могут быть причиной отравления большого числа людей. Вторым опасным фактором при пожарах является высокая температура воздуха, вызываемая процессом горения. Она может распространяться на значительное расстояние от места пожара. Наконец, в газовых шахтах пожары могут вызывать взрывы метана. Это может произойти при нарушении нормальной вентиляции выработок и накоплении в них метана.

Взрывы газа наиболее присущи угольным шахтам, где часто выделяется взрывчатый газ метан. Его скопления при недостаточно эффективной вентиляции, а иногда даже и при нормальной вентиляции являются основной причиной взрывов. Во взрывах метана обычно принимает участие и угольная пыль. Неблагоприятные факторы при взрывах: мощный динамический удар, вызываемый взрывной волной, насыщение атмосферы ядовитыми газами и снижение содержания кислорода.

Пожарам и взрывам часто сопутствуют неблагоприятные проявления горного давления в виде завалов и обрушений выработок вследствие нарушения их крепления.

Неблагоприятные факторы технологического комплекса шахтной поверхности. Основные неблагоприятные факторы шахтной поверхности в основном те же, что и в шахтах, однако их проявления имеют свою специфику.

На поверхности существенное значение имеет изменчивость климатических факторов (зима, лето). Добавляется действие солнца (освещение и инсоляция), атмосферных осадков, атмосферного электричества.

Газовый фактор имеет меньшее значение, чем в шахте, так как природные газовыделения здесь незначительны, и они бесследно растворяются в земной атмосфере. Из взрывчатых газов на поверхности шахты в открытом виде можно встретить метан (газовыделение в угольных бункерах и с земной поверхности при близком залегании газоносных угольных пластов) и водород (в ламповых), из ядовитых — пожарные газы, образующиеся при обычных пожарах, горении угля на складах и в породных отвалах.

Вода рассматривается здесь прежде всего из-за возможности попадания ее в шахту в результате сильных дождей или при прорыве дамб (хвостохранилищ).

Действие температурного фактора на поверхности в основном связано с пожарами, а также с сезонными изменениями температуры.

Специфика действия электрического тока на шахтной поверхности — появление упоминавшегося выше атмосферного электричества и необходимость молниезащиты. Во взрывоопасных помещениях (ламповые, бункеры угля) также необходимо применять взрывозащищенное электрооборудование.

Из машин и механизмов здесь значение неблагоприятного фактора сохраняет транспорт, а также появляются новые: компрессорные станции, вакуум-насосные установки, могущие представлять опасность для человека.

Специфика проявления силы тяжести состоит в основном в возможности падения людей с высоты и в сползании породных отвалов.

Фактор освещенности действует более благоприятно ввиду наличия днем солнечного света. Искусственное освещение требуется лишь в темное время суток.

В заключение следует отметить, что на шахтной поверхности существенно меньше, чем в шахтах, роль катастрофических проявлений неблагоприятных факторов.

1.3. ОСНОВНЫЕ ПРИЧИНЫ НЕСЧАСТНЫХ СЛУЧАЕВ И ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ В ШАХТАХ

Рассмотренные выше неблагоприятные факторы горного производства, воздействуя на горнорабочих, могут привести к несчастным случаям или к профессиональным заболеваниям. Каковы основные причины этих неблагоприятных воздействий?

Основные причины травматизма. Эти причины в угольных и рудных шахтах одинаковы, что говорит о примерно одинаковом влиянии природных факторов на условия безопасности работ в этих шахтах.

Примерно третья часть всех смертельных несчастных случаев происходит вследствие обрушений в действующих выработках (табл. 1.1). 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.

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

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

(эти зазоры обеспечивают возможность разминуться человеку с движущимся транспортным средством) минимальны. 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").

Причины профессиональных заболеваний горнорабочих. Действие на горнорабочих вредных факторов горного производства, основные из которых — вредные вещества, температура среды, вода, механические колебания, ионизирующее излучение, может явиться причиной профессиональных заболеваний горнорабочих.

Из вредных веществ в шахтах всегда присутствует шахтная пыль. Воздействие на человека неядовитых разновидностей шахтной пыли является причиной профессиональных заболеваний, имеющих общее название пневмокониоз. Наиболее распространенная и весьма опасная форма пневмокониоза — силикоз, причиной которого является вдыхание человеком пыли кварца (SiO_2). Пневмокониоз — одно из самых распространенных профессиональных заболеваний горняков, в тяжелых формах приводящее к инвалидности или даже к смертельному исходу.

Распространены в шахтах отравления, причинами которых являются ядовитые газы. Последние могут выделяться из горных пород или образовываться при технологических процессах, пожарах, взрывах газов и пыли. Наиболее часто встречающийся в шахтах ядовитый газ — оксид углерода (СО), образующийся при взрывных работах, пожарах, работе двигателей внутреннего сгорания и вызывающий тяжелые отравления людей часто со смертельным исходом. Из других ядовитых газов следует отметить оксиды азота, сероводород, сернистый газ, акролеин, формальдегид.

Температура воздуха, значения которой выходят за пределы комфортности, может быть причиной тепловых ударов (высокие температуры, глубокие шахты) или отморожений (низкие температуры, шахты Крайнего Севера, Сибири; работа на поверхности шахт в зимнее время), а также простудных заболеваний.

Вода является причиной ряда заболеваний (желудочно-кишечных, простудных, ревматических и др.), которые особенно проявляются в шахтах с большим притоком воды. Вредному действию воды наиболее подвержены проходчики стволов, рукоятчики действующих стволов, а также рабочие очистных забоев при гидравлической добыче полезного ископаемого.

Механические колебания в виде шума и вибраций могут явиться причиной заболеваний органов слуха, а также вибрационной болезни. К наиболее шумящим горным машинам относятся вентиляторы, компрессоры, добычные и проходческие комбайны, к наиболее вибрирующим — буровой инструмент, отбойные молотки, дробильные установки.

Ионизирующее излучение является причиной характерных заболеваний, связанных с перерождением тканей человеческого организма (лучевая болезнь, рак, отдаленные генетические последствия). Ионизирующие излучения в шахтах имеют место при разработке радиоактивных полезных ископаемых или при радиоактивных вмещающих породах.

1.4. РУКОВОДЯЩИЕ ДОКУМЕНТЫ ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ НА ШАХТЕ

Подземные горные работы относятся к разряду особо опасных производств. Основное требование обеспечения безопасности на таких производствах — г л у б о к о е о с м ы с л е н и е у с л о в и й б е з о п а с н о с т и. Выполнение этого требования влечет за собой большой объем работ по обоснованию и формулированию мероприятий безопасности. Результаты этих ра-

бот 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 противопылевых мероприятий, специальные мероприятия по борьбе с суфлярами, прорывами воды, глин, плывунов, 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 "П л а н л и к в и д а ц и и а в а р и й". 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, бло-

ков, 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 **д о п о л н е н и й** и **и з м е н е н и й**. 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 **к о м п л е к с н ы е** **п л а н ы** 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.

1.5. ОБУЧЕНИЕ ПО ОХРАНЕ ТРУДА

Горная промышленность – одна из наиболее опасных отраслей народного хозяйства. Любые работы в ней можно осуществлять только лицам, прошедшим специальное обучение по охране труда. Лица, не прошедшие такого обучения, к работам на шахтах не допускаются.

Обучение по охране труда может быть **с т а ц и о н а р н ы м**, в форме **и н с т р у к т а ж а**, **с а м о п о д г о т о в к и** и **с т а ж и р о в к и**.

Стационарное обучение осуществляется в учебных заведениях и может быть очным или заочным.

Обучение инженеров и техников производится в высших и средних специальных учебных заведениях по программам и учебным планам, утвержденным федеральными органами управления народным образованием и согласованным с Госгортехнадзором РФ и отраслевыми министерствами (ведомствами). Обучение по охране труда для инженеров и техников состоит в изучении дисциплин в области безопасности горных работ и шахтной аэрологии, сдаче соответствующих экзаменов и защите дипломного проекта, содержащего разделы "Охрана труда" и "Вентиляция". После защиты дипломного проекта учащимся выдаются дипломы инженера или техника, дающие право технического руководства работами в шахте.

Разновидностью стационарного обучения является повышение квалификации по охране труда. Смысл его состоит в приобретении работниками знаний, отражающих последние достижения науки и техники в области охраны труда. Повышение квалификации по охране труда должны проходить руководители и специалисты шахт не реже одного раза в пять лет в отраслевых институтах повышения квалификации, в научно-исследовательских институтах по безопасности горных работ, в горных вузах.

Стационарное обучение рабочих по охране труда производится в учебных комбинатах (учебных пунктах) по очной системе в процессе обучения их профессии. Такое обучение проходят все поступающие на шахту рабочие, а также рабочие, переводимые на работу по другой профессии.

Перед обучением профессии все рабочие, поступающие на шахту, а также переводимые на работу по другой профессии, должны пройти предварительное обучение по охране труда по специальным программам в учебных комбинатах (пунктах) с отрывом от производства и с последующей сдачей экзамена специальной комиссии. Продолжительность предварительного обучения по охране труда зависит от профессии, которой предстоит обучаться рабочему, и составляет 1 — 10 дней. Последующее обучение профессии производится по программам, включающим и вопросы охраны труда. Обучение заканчивается экзаменом и выдачей соответствующего удостоверения на право работы по данной профессии.

Знания, полученные работниками в процессе стационарного обучения, должны конкретизироваться применительно к условиям данной шахты и рабочего места трудящегося. Такое конкретное обучение называется инструктажем. Оно характерно предметностью и краткостью. Инструктажи бывают вводные, первичные, повторные, внеплановые и текущие.

Вводный инструктаж проводят с поступающими на шахту рабочими перед допуском их к работе, а с обучающимися профессии — перед производственным обучением. Его содержание — общие сведения по технике безопасности и производственной санитарии на данной шахте. В итоге рабочих получает сведения о наиболее опасных участках и процессах в шахте, о характерных для нее вредностях и местах их проявления.

Первичный инструктаж проводят с вновь поступающими рабочими и переводимыми на работу по другой профессии, а также с обучающимися профессии для ознакомления с конкретными опасностями и вредностями их рабочих мест. Поэтому первичный инструктаж проводят непосредственно на рабочем мес-

те в объеме инструкции по охране труда для конкретной профессии. Завершается он проверкой знаний.

После вводного и первичного инструктажей рабочий имеет уже достаточно знаний в области охраны труда, чтобы приступить к конкретной работе. Однако первое время, устанавливаемое министерством (ведомством) по согласованию с профсоюзами, он выполняет работу под наблюдением опытного рабочего (мастера, бригадира, звеньевоего, рабочего-инструктора). Лишь после этого он может выполнять работу самостоятельно.

Повторный инструктаж проводят через каждые 6 мес. Он имеет целью дать дополнительные, новые сведения по охране труда к полученным в предыдущих инструктажах.

Текущий инструктаж проводят ежедневно при выдаче рабочему наряда на производство работ и касается мер безопасности при их выполнении.

Перечисленные выше инструктажи проводятся в заранее запланированные периоды времени, т.е. являются плановыми. Однако в практике работы шахт возможны случаи, требующие инструктажа в моменты времени, которые заранее предусмотреть невозможно, т.е. требующие внепланового инструктажа. К таким случаям относятся, например, существенные изменения условий или технологии ведения работ (переход лавой зоны геологического нарушения, внедрение нового типа добычной машины и т.п.), нарушение рабочим требований инструкций по охране труда, перерывы в работе свыше 30 дней. Необходимость внепланового инструктажа при изменении условий или технологии ведения работ очевидна. Необходимость его при нарушении инструкций по охране труда может быть обусловлена тем, что рабочий забыл или же не знает соответствующие требования инструкций, по этой же причине инструктаж необходим и в случае длительного (свыше 30 дней) перерыва в работе.

Обучение в форме самоподготовки приносит должный эффект в случаях, когда ей предшествует стационарное обучение. Эту форму обучения рекомендуется использовать в течение трудовой деятельности для повышения квалификации, приобретения новых знаний, знакомства с зарубежным опытом и т.п. Самоподготовка, в частности, применяется административно-техническими работниками шахт, предприятий и организаций горной промышленности при подготовке к экзаменам по ПБ и инструкциям к ним. Она может иметь формы участия в семинарах, совещаниях, конференциях; изучения литературы; выступления с докладами; участия в научных исследованиях и др.

Особым видом обучения является ознакомление работников с планом ликвидации аварий. Запрещается допуск к работе

лиц, не ознакомленных с этим планом и не знающих его в части, относящейся к месту их работы и путям передвижения.

Обучение закрепляют проверкой знаний. Предварительное (до поступления на работу) обучение всех работников по охране труда, включающее вводный и первичный инструктажи, а также специальное обучение, завершается экзаменом. Рабочие шахт проходят проверку знаний по технике безопасности не реже одного раза в год, а инженерно-технические работники шахт, предприятий и организаций угольной промышленности сдают экзамены по правилам безопасности и инструкциям к ним не реже одного раза в три года.

Стажировка работников преследует цель практического закрепления полученных ранее знаний по охране труда. Ее проводят на рабочем месте под руководством опытного специалиста. Для подземных рабочих длительность стажировки составляет 5 — 10 дней, рабочих шахтной поверхности — 2 дня, для студентов вузов, техникумов и учащихся профтехучилищ длительность ее определяется учебной программой.

Все рассмотренные формы обучения делятся на две группы: предварительное обучение по охране труда (обучение в учебных пунктах и комбинатах, в училищах, техникумах, вузах, а также вводный и первичный на рабочем месте инструктажи, стажировка) и обучение в период трудовой деятельности (текущие, повторные, целевые и внеплановые инструктажи, повышение квалификации, тренировки, самоподготовка).

1.6. 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 **в х о д а м и** (выходы из шахты, с горизонта, из очистного забоя и др.).

Все выходы подразделяются на **г л а в н ы е** и **з а п а с н ы е** (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 **н е з а в и с и м о** 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 **в о з м о ж н о с т ь** **п е р е д в и ж е н и я** **п о** **н и м** **л ю д е й** — 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 энергии¹).

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

¹ Следует отметить, что в глубоких стволах (500 м и более) лестничные отделения практически не могут обеспечить выход людей из шахты ввиду возникающих при этом (что опасно само по себе) больших физических нагрузок и длительного времени выхода. В этих случаях целесообразно заменять их подъемными установками с независимыми приводами.

такими выходами могут служить капитальные (панельные) бремсберги (уклоны) с х о д к а м и 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 выработках¹.

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 ис-

¹ Ходки не обязательны при бремсбергах (уклонах) с конвейерным и тросопроводным транспортом, а также транспортом по желобам. В этом случае бремсберги (уклоны) должны быть оборудованы ходовыми отделениями.

пользуемых 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. Поэтому 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.

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 **з д р а в п у н к т**, 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.

Г л а в а 3

МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ СООРУЖЕНИИ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК

3.1. ФАКТОРЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ БЕЗОПАСНОСТЬ ПРОХОДЧЕСКИХ РАБОТ

Одними 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.

3.2. РОЛЬ ТЕХНОЛОГИИ И МЕХАНИЗАЦИИ

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 крепеукладчиков 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.

3.3. РОЛЬ ОРГАНИЗАЦИИ РАБОТ

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, нарушение 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.

3.4. МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ СООРУЖЕНИИ ШАХТНЫХ ВЫРАБОТОК

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 обруше-

ний 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 %.

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 крепь, 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.

Для выработок арочной и круглой форм сечений разработана крепь, показанная на рис. 3.1.

В качестве постоянной и временной крепи широко используется штанговая или подвесная крепь (рис. 3.2). 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 крепления 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

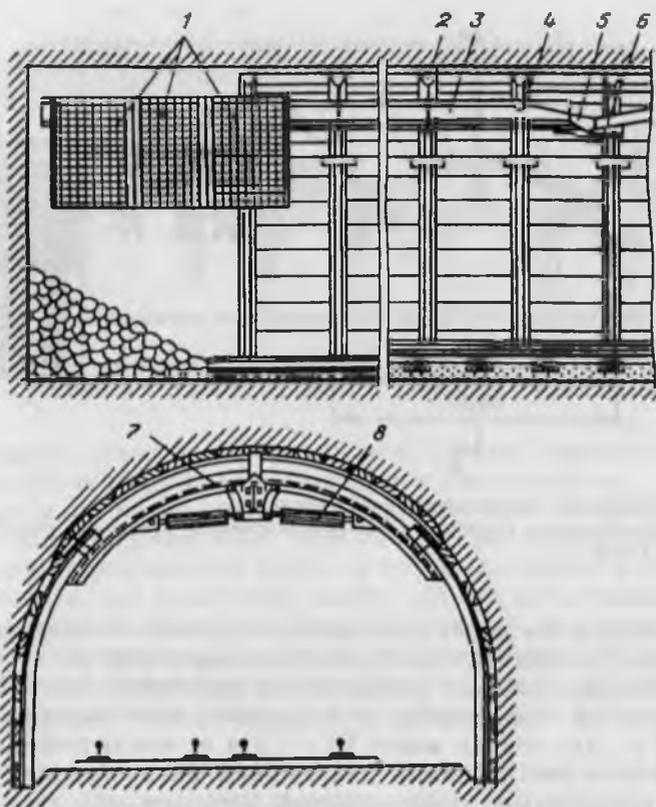


Рис. 3.1. Предохранительная консольная крепь конструкции ВНИИОМШСа:
 1 — сетчатые секции; 2 — подвесные скобы; 3 — балка монорельса; 4 — каретка;
 5 — рожок; 6 — ручная лебедка; 7 — предохранительные секции; 8 — телескопическое устройство

величины смещения кровли выбрасывает красный флажок. Одновременно сигнализатор ССК, установленный на контрольном пункте, подает прерывистые световые сигналы.

На рудных шахтах часто применяется на брызг-бетон в качестве постоянной крепи.

При возведении крепи из набрызг-бетона бетонная смесь из сопла вылетает со скоростью 60 — 70 м/с, из-за чего от бетонированной поверхности при ударе смеси отскакивают кусочки размером 20 — 25 мм, которые могут травмировать рабочих. Применяемые добавки для ускорения схватывания и твердения могут вызывать поражение незащищенной поверхности тела, а образующиеся пыль и туман поражают органы дыхания. По-

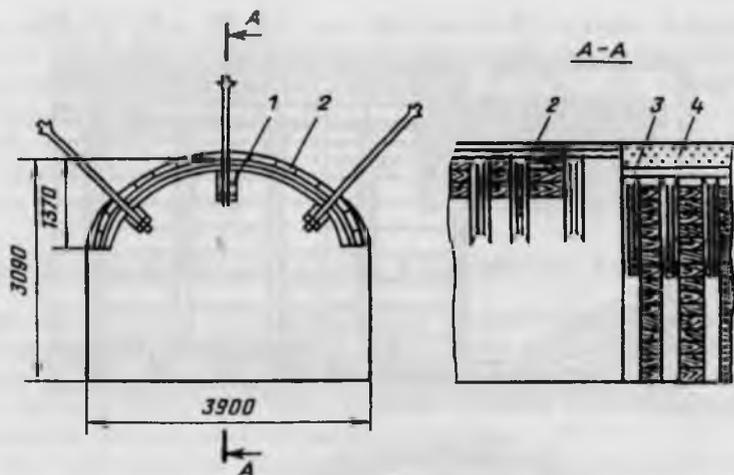


Рис. 3.2. Подвесная предохранительная крепь:

1 — компенсирующая трубка; 2 — предохранительная крепь; 3 — опалубка; 4 — бетонная крепь

этому работы по нанесению набрызг-бетона производят с выполнением соответствующих защитных мероприятий.

Сопловщик, который находится на расстоянии 1,2 — 1,5 м от бетонируемой поверхности, и машинист, если машина расположена на расстоянии менее 10 — 15 м от места работы, снабжаются касками, щитками для защиты лица, противопылевыми респираторами, прорезиненной спецодеждой, резиновыми сапогами и противокислотными резиновыми перчатками. Между сопловщиком и машинистом устанавливается система сигнализации (при расстоянии до 20 м — голосом, а при больших расстояниях — электрическая дублирующая сигнализация). Для предупреждения распространения пыли по исходящей струе устанавливают до трех рядов воздушно-водяных завес.

При сооружении выработок в устойчивых и крепких породах допускается отсутствие крепления при условии тщательной обделки 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

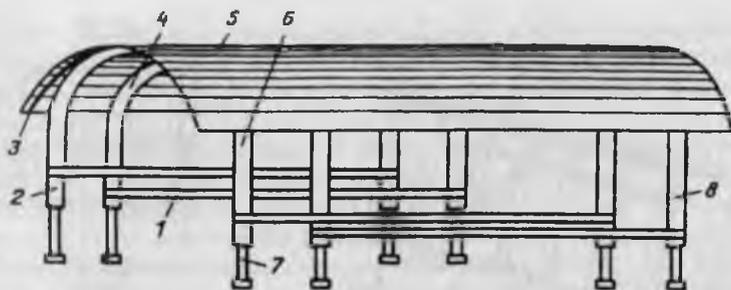


Рис. 3.3. Механизированная передвижная крепь КМК-3 конструкции ЦНИИ-подземмаша:

1 — домкраты передвижения; 2 — арки первого типа; 3 — ружала; 4 — половины верхняка; 5 — лыжи; 6 — стойки; 7 — домкраты распора; 8 — арки второго типа

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 конструкции ЦНИИподземмаша (рис. 3.3).

Комбайны роторного типа применяются при крепости пород $f = 4$. 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, обеспечивающего автоматическое отключение напряжения и подачи 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° предусматриваются

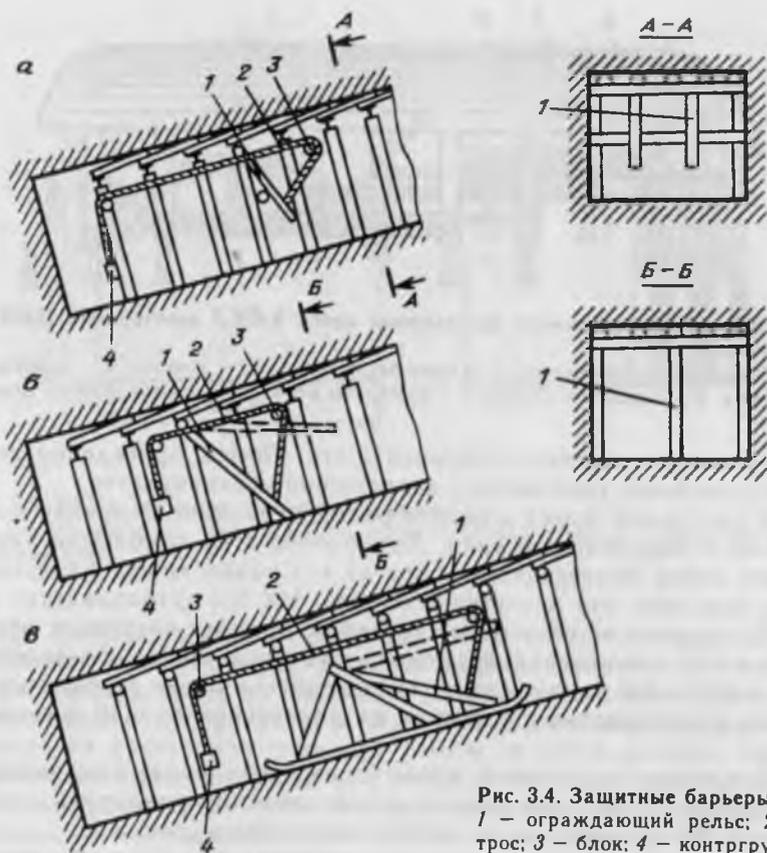


Рис. 3.4. Защитные барьеры: 1 — ограждающий рельс; 2 — трос; 3 — блок; 4 — контргруз

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 (рис. 3.4) изготавливают из рельсов или бревен, которые верхним концом шарнирно закреплены по верхней рамы, а нижним — упираются в поперечную балку (рис. 3.4, а) или в почву выработки (рис. 3.4, б). При спуске вагонеток барьер-балка поднимается с помощью троса, при подъеме балка поднимается вагонеткой. По мере продвижения забоя барьер переносят. Применяются также переносные барьеры (рис. 3.4, в). 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.

Комплекс оборудования в забое, проходимом буровзрывным способом, включает в себя следующие защитные устройства: лебедку 1ЛГКН для удержания машины ПНБ-2у и защитный барьер. При проведении наклонной выработки комплексом "Сибирь", обеспечивающим механизацию работ по бурению шпуров, уборке породы и ее транспортированию, предусматриваются в качестве временной крепи анкера с металлической сеткой, предохранительный барьер и лебедка для удержания комплекса.

При проведении наклонных выработок снизу вверх основную опасность представляет обрушение пород и угля. Для обеспечения безопасности производится тщательная оборка пород и угля в кровле, боках и груди забоя и установка временной крепи анкерного типа.

Для механизации работ и обеспечения большей безопасности их ЦНИИподземмашем и Копейским машиностроительным заводом им. С.М. Кирова созданы комбайны ГПКСВ, ГПКСН и комплекс "Кузбасс" (КН-5Н). Для предотвращения сползания комплекса предусмотрены предохранительные устройства, состоящие из отбойки, поджатой к кровле, и распорных устройств в виде рейки с крановым захватом и анкерным креплением в почву.

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.

Для подъема и удержания верхняка в верхнем положении при креплении горизонтальных и наклонных горных выработок с использованием деревянной и железобетонной крепи применяется крепеподъемник ПТК1.

Для бурения анкерных шпуров и установки анкеров применяется установка УВАК2.

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

СООРУЖЕНИЕ ВЕРТИКАЛЬНЫХ ВЫРАБОТОК

При проходке и углубке вертикальных стволов чаще всего травмирование горнорабочих происходит при бурении шпуров, погрузке породы в бадьи, 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.

Для повышения безопасности работ необходимо четкое взаимодействие при работе подъемного устройства и погрузочной машины. Когда поворотная рама погрузочной машины находится под бадьевым проемом подвесного полка, бадья не может опускаться в призабойную часть ствола. В этот момент бадья находится над полком и опускается после сигнала машиниста погрузочной машины, когда поворотная рама освобождает бадейный проем. 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. 3.5), при которой обеспечивается высокая безопасность работ.

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 подвесного 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 лядами. После взрывных работ куски породы, брошенные на временную крепь, на полки или подвесное проходческое оборудование, удаляют.

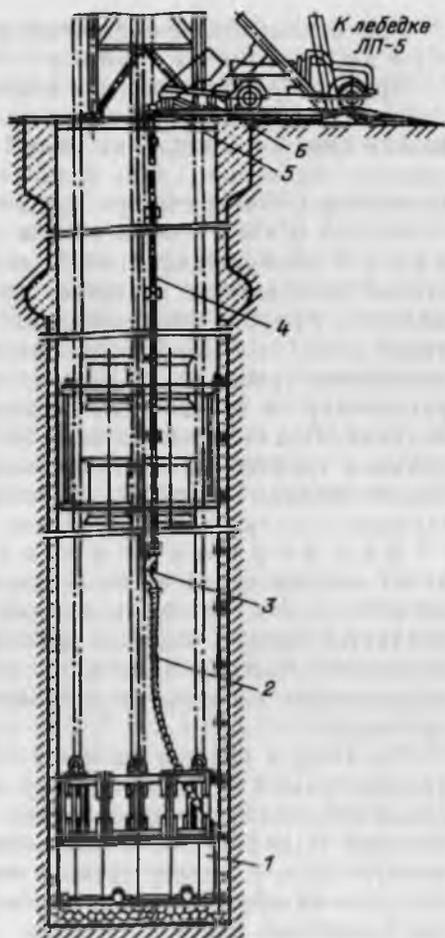


Рис. 3.5. Схема размещения оборудования для возведения бетонной крепи:

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

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 лампочки. 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 ТПИ-2 и ТАС-1, 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" конструкции ВНИИОМШСа. В состав ее входят две радиостанции: наземная и стволовая — радиотелефон шахтный стационарный и переносной. Радиостанции обеспечивают дальность связи в стволах глубиной до 1000 м.

ЦНИИподземмашем разработана аппаратура СЭЗ-3 и "Вызов", которая обеспечивает поочередно двустороннюю громкоговорящую 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 ЦНИИподземмаша типа ЛС-1 и ЛС-2 с числом секций соответственно 6 и 4 (рис. 3.6). 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.

При рассечке околоствольного двора большую опасность представляет обрушение горных пород. Поэтому, чтобы избежать обрушения пород на расстоянии 10 — 12 м от кровли сопряжения, в стволе возводят опорный венец, а затем проходят ствол ниже венца. При достижении забоем ствола отметки кровли сопряжения проходку ствола ведут с расширением сечения на 1,2 — 1,5 м в каждую сторону на всю высоту сопряжения. Ствол крепят специальными кольцами. Затем бетонируют пройденный участок, что обеспечивает безопасные условия при дальнейшем подвигании рассечки. В прочных и средней крепости породах подвигание рассечки осуществляют слоями снизу вверх. В неустойчивых породах проходят слоями две боковые выработки сечением 0,3 — 3,5 м² с оставлением внутри опорного целика. После проходки боковых выработок на всю длину сопряжения в них возводят постоянную крепь. Затем вынимают сводовую часть с бетонированием ее и в конце вынимают весь оставшийся целик.

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.

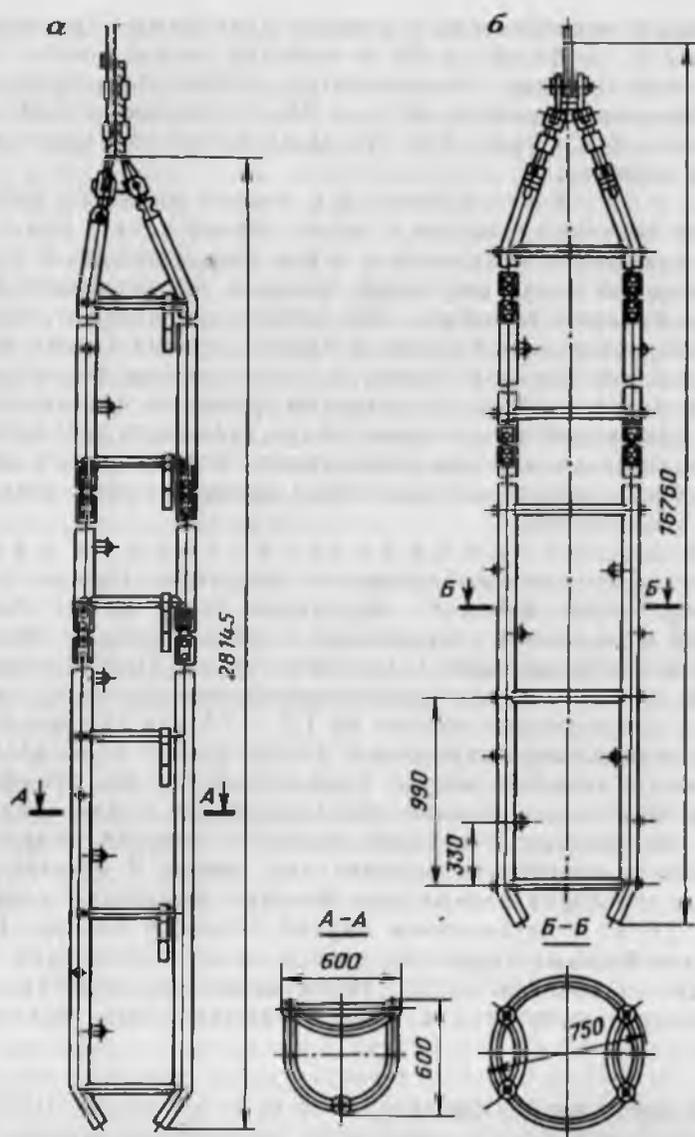
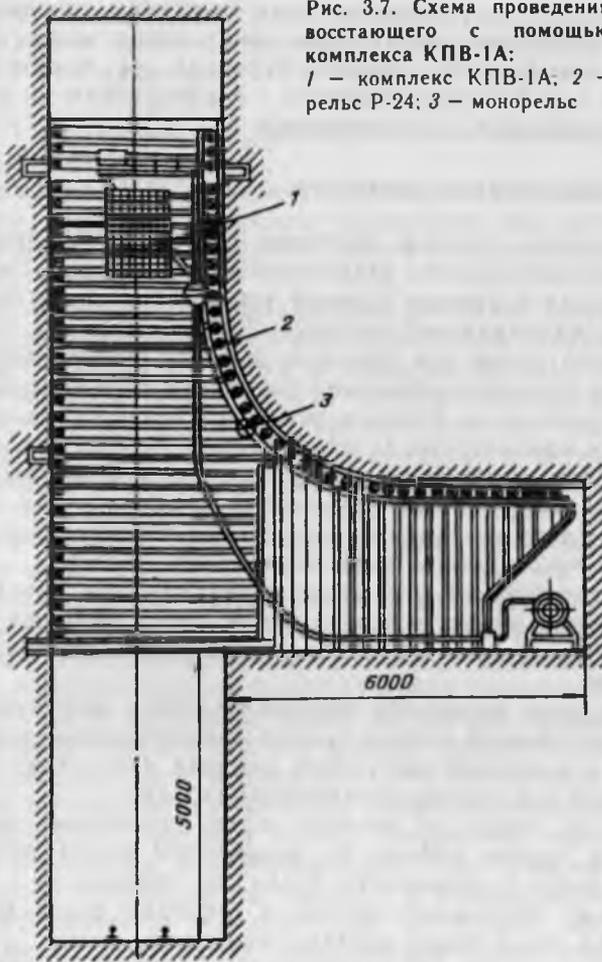


Рис. 3.6. Спасательные лестницы ЛС-1 (а) и ЛС-2 (б)

Улучшение условий труда при проведении восстающих снизу вверх достигается применением проходческого комплекса КПВ (рис. 3.7). В зависимости от крепости пород выработка или за-

Рис. 3.7. Схема проведения восстающего с помощью комплекса КПВ-1А:
1 — комплекс КПВ-1А; 2 — рельс Р-24; 3 — монорельс



крепляется 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 продвижения 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.

СООРУЖЕНИЕ СТВОЛОВ БУРЕНИЕМ

При сооружении стволов бурением основные мероприятия по обеспечению безопасности заключаются в следующем. Грузоподъемность вышки и треноги буровой установки должна быть в 1,5 раза выше максимальной нагрузки. Лебедки буровых установок, используемые также для спуска и подъема людей, оборудуются рабочими и предохранительными тормозами с независимым друг от друга включением. Буровые установки оборудуются индикаторами веса и манометрами на максимальное рабочее давление.

Все работы по монтажу, передвижению и демонтажу вышек и бурового оборудования производят в соответствии с проектом, утвержденным главным инженером строительного управления, под руководством лица технического надзора.

Машинист буровой установки перед началом смены проверяет состояние бурового и вспомогательного оборудования и в случае обнаружения неисправностей принимает меры по их устранению.

Рабочее место машиниста буровой установки оборудуется средствами двусторонней связи с насосно-компрессорной станцией.

Посты управления при работе лебедки или ротора постоянно находятся под надзором ответственных лиц.

Работы в стволе по чеканке швов, соединение элементов болтами и другие работы по возведению крепи погружным способом ведут с подвешеного полка, не связанного с крепью, зазор между погружной крепью и стенками форшахты перекрывают на устье ствола плотным настилом.

Все оборудование для тампонажных работ проверяют перед началом работ. Результаты проверки заносят в журнал осмотра оборудования.

Установки для цементирования снабжают предохранительными клапанами и двумя манометрами — один на агрегате, другой на головке тампонажной трубы.

ПРОХОДКА СТВОЛОВ С ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫМ ЗАМОРАЖИВАНИЕМ ПОРОД

В целях обеспечения безопасности работы колонок замораживания последние опрессовывают под давлением в 1,5 раза вы-

ше рабочего. После монтажа и промывки рассольной сети замораживающие колонки отключают, а гидравлическую сеть испытывают под давлением в 1,5 раза выше рабочего в течение 10 мин.

Ремонт трубопроводов рассольной сети производят только при снятии давления.

Замораживающая станция обеспечивается журналом работ, в котором дежурный машинист записывает все показатели и имевшие место неисправности в работе замораживающей станции.

Машинное отделение или компрессорный зал сооружают одноэтажными из трудносгораемых материалов. Здание замораживающей станции удаляется от производственных помещений не менее чем на 10 м и на 40 м от бытовых помещений.

Разработку замороженного грунта начинают только после окончания проектного срока замораживания и истечения воды из гидронаблюдательной скважины. Шпуры бурят на расстоянии 300 мм от стенки ствола в проходке.

В зоне замороженных неустойчивых пород производство взрывных работ запрещено.

Взрывные работы разрешается вести только аммиачно-селитренными взрывчатыми веществами и при этом должна быть обеспечена целостность ледопородного ограждения.

Отставание постоянной крепи от забоя определяется проектом. Отставание временной крепи не должно превышать 2 м. При появлении воды в стволах работы должны быть остановлены, за исключением ремонтных, которые должны осуществляться по проекту, утвержденному главным инженером треста. После окончания проходки ствола, оттаивания замороженных пород и извлечения замораживающих труб скважины заполняют цементно-песчаным раствором, т.е. тампонируют.

При производстве тампонажных работ все оборудование размещают равномерно на проходческом полке, чтобы исключить перекосы. До начала нагнетания раствора тампонажное оборудование испытывают на давление в 1,5 раза выше рабочего.

На нагнетательных трубопроводах тампонажных насосов устанавливают предохранительные клапаны, отрегулированные на расчетное давление. Концы нагнетательных шлангов прочно закрепляют, чтобы исключить срыв их при работе.

Для предупреждения прорыва воды в стволе при достижении забоем верхней отметки предохранительного целика пробуривают две-три передовые скважины на глубину не менее 1 м ниже кровли водоносного пласта. Если не будет встречен водоносный горизонт, то дальнейшую проходку до полного пересе-

чения производят с передовыми разведочными скважинами с сохранением проектного предохранительного целика.

Проходка ствола в затампонированных водоносных породах производится обычным способом. Количество одновременно взрываемого ВВ не должно превышать 15 кг.

СООРУЖЕНИЕ СТВОЛОВ СПОСОБОМ ШПУНТОВОГО ОГРАЖДЕНИЯ ЗАБИВНОЙ И ОПУСКНОЙ КРЕПЬЮ

Все работы по монтажу шаблонов, подъемников, вибраторов, вибромолотов, сборке и погружению шпунтов производят под руководством лица технического надзора.

Во время работы запрещается подтягивать болты и клин наголовника; вибратор должен быть жестко закреплен на шпунте. Заглубление металлического щита в водоупорную породу, залегающую ниже водоносного горизонта, должно быть не менее 0,5 м.

При проходке ствола с применением забивной крепи забивку шпунтов производят с прочных настилов. При применении деревянной забивной крепи породу вынимают, оставляя нижние концы шпунтов ниже отметки забоя не менее чем на 0,3 м.

При применении опускной крепи запрещается расположение экскаваторов (кранов) ближе 3 м от устья ствола.

При опускании крепи рабочие должны находиться в центре ствола или в безопасном секторе сечения ствола.

3.5. МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ СООРУЖЕНИИ ТОННЕЛЕЙ И КАМЕР

СООРУЖЕНИЕ ТОННЕЛЕЙ

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. 3.8). Эти же рамы в дальнейшем используют для зарядания шпуров.

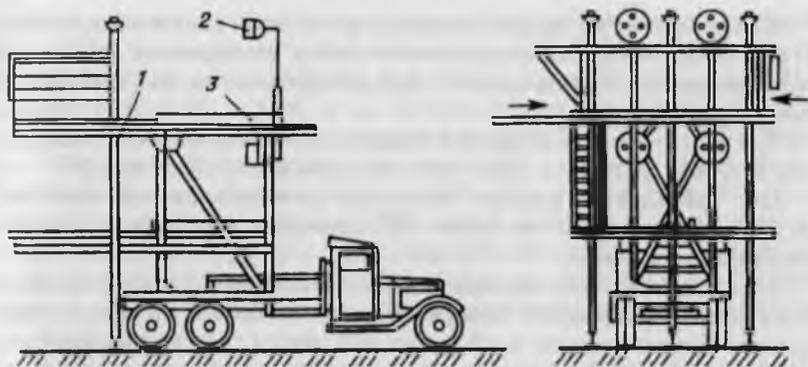


Рис. 3.8. Буровая рама на автомашине:
 1 — пневматическая колонка; 2 — прожектор; 3 — рабочая платформа

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 забурировании горизонтальных шпуров с многоярусных буровых подмостей. Работы ведут не одновременно, а последовательно, сверху вниз, с тем чтобы на бурильщиков, находящихся на нижних ярусах, не падали куски породы, отбиваемые при забурировании.

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. Бурильщиков на это время удаляют в безопасное место.

При обурировании уступов вертикальными или наклонными скважинами расстояние от бровки уступа до буровой рамы или станка должно быть не менее 2 м, а в сильноотрещиноватых 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 $40 - 80 \text{ м}^2$ применяют самоходные ковшовые машины Д-538, Д-574 и экскаваторы ЭП-1, ЭО-5114. В тоннелях с площадью поперечного сечения более 80 м^2 используют экскаваторы ЭО-7114.

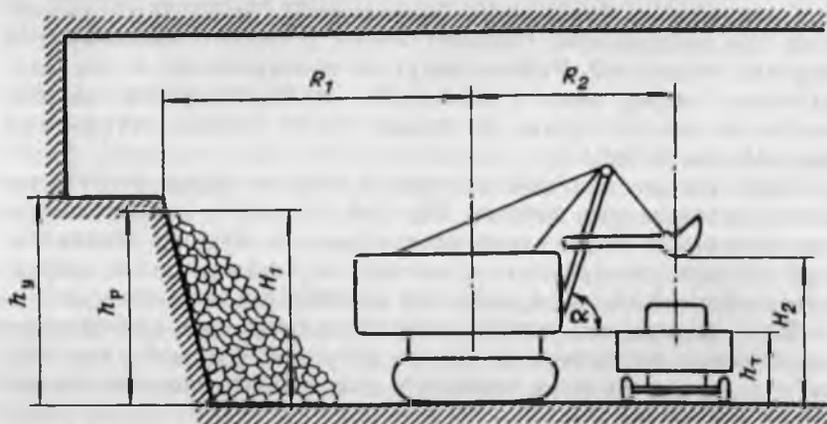


Рис. 3.9. Схема работы подземного экскаватора:

R_1 — расстояние установки экскаватора от верхней границы уступа; R_2 — расстояние установки машины под погрузку

По условиям безопасности высоту черпания экскаватора H_1 (рис. 3.9) принимают равной или больше высоты развала h_p , т.е. $H_1 \geq h_p$. В свою очередь, высота развала больше или равна высоте уступа h_y , т.е. $h_p \geq h_y$. Коэффициент ϵ характеризует отношение высоты развала к высоте уступа ($\epsilon = 0,8 - 0,9$). Высота погрузки H_2 лимитируется высотой кузова транспортного средства h_t и с учетом запаса высоты 0,3 м $H_2 \geq h_t + 0,3$. Высота черпания H_1 составляет $0,5R_1$ при $\alpha = 30^\circ$ и $H_1 = R_1$ при $\alpha = 60^\circ$. 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 закреплённой 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 пневмобетононагнетатели марки 5Н-1, БУК-3М, БМ-86, 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.

Возведение сборной обделки, как правило, осуществляется с помощью тьюбинго- или блокоукладчиков, которые ежемесячно осматриваются техническим надзором. При выполнении работ по возведению обделки все люди, не связанные с этим процессом, удаляются из зоны ведения работ.

Подает сигналы машинисту укладчика человек, назначенный техническим надзором, и только после того как убедится, что нет никаких помех. Любой непонятный сигнал машинистом укладчика должен восприниматься как сигнал "Стоп".

Передвижку укладчика производят при полном освобождении всех поддерживающих обделку балок.

При вращении рычага укладчика перемещение по лестницам щита запрещается.

Для установки болтовых креплений каждый тьюбинг или блок берется не менее чем на три оправы. Не допускается оставлять тьюбинги или блоки поднятыми после окончания работ или на время перерыва. При внезапном отключении энергии машинист укладчика остается на месте, выключает все электродвигатели и ожидает распоряжения технического надзора.

При монтаже обделки с последующим ее обжатием в поруду все работы производят под защитой хвостовой части щита.

Освещенность рабочих мест при возведении обделки должна быть не менее 50 лк.

Условия безопасности при выполнении гидрозольных работ заключаются в соблюдении требова-

ний безопасности при работе с различными смолами, мастиками, оказывающими вредное воздействие на органы дыхания и поражающими поверхность кожи.

При проведении гидроизоляционных работ для предохранения кожи, органов дыхания и глаз работающих необходимо проводить хорошую вентиляцию рабочих мест и использовать соответствующие спецодежду и обувь, защитные очки и промышленные противогазы. Непременными условиями соблюдения безопасности при выполнении этих работ являются правильное оборудование рабочего места, исключающее проливание гидроизоляционных материалов, соответствующее их транспортирование и перемещение на разные уровни по высоте.

Совмещение других работ с гидроизоляционными не допускается.

Главное достоинство щитовой проходки заключается в том, что она повышает безопасность работ. В настоящее время нашли широкое применение механизированные щиты ПМЩ-2,1; 2,6; 3,2; 4; 5; 5,6 и немеханизированные щиты ПЩ-2,1; 2,6; 3,2; 4; 5; 5,6 при строительстве тоннелей метрополитенов и коллекторных тоннелей.

Для обеспечения безопасных условий при работе механизированного щита рабочее место машиниста оборудуется световой и звуковой сигнализацией, связанной со всеми механизмами технологического комплекса. Сигналы машинист подает перед включением любого механизма технологического комплекса. Рабочий орган щита машинист включает только после того, как лично убедится, что в забое нет людей, отсутствуют завалы и валуны. Он обязан выключить двигатели приводов щита и комплекса по требованию любого работающего на механизированном щите. Любой непонятный сигнал воспринимается машинистом как сигнал "Стоп".

При проведении работ впереди рабочего органа щита приводы вращения и подачи обесточивают, на пульте управления вывешивают плакат "Не включать — работают люди!". Эти работы выполняются под непосредственным руководством сменного инженера.

Щит после монтажа испытывают в работе. Результаты испытания оформляются актом. Оборудование, механизмы и устройства с составленным актом предъявляются представителю горно-технической инспекции, который с учетом акта и контрольных испытаний разрешает их эксплуатацию.

Для управления щитом допускаются лица, специально обученные и имеющие соответствующее удостоверение. При работе щита не допускается присутствие посторонних людей в тоннеле, не связанных с выполнением технологических операций.

СООРУЖЕНИЕ КАМЕР

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 с 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, погрузочной, 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.

Разработку отдельных ярусов основного массива осуществляют с помощью техники вертикального бурения скважины. При этом буровой станок располагается на расстоянии не менее 1 м от края уступа. Перед взрывными работами буровую технику и другое оборудование убирают в безопасное место. Для предотвращения воздействия на сооружаемую камеру взрывание скважин производят при наличии у откоса уступа не убранной частично или полностью породы от предыдущего взрыва. Для перемещения людей с уступа на уступ предусматривают лестницу с углом наклона не более 70° с поручнями.

При возведении постоянной крепи опасными операциями являются возведение опалубки и подача бетонной смеси в заопалубочное пространство. Работы по возведению опалубок производят с площадок специальных гидropодъемников или со специальных подмостей, имеющих соответствующее ограждение. Работы по вертикали не совмещают, что исключает травматизм рабочих в случае падения отдельных предметов и деталей с подмостей.

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.

ПРОДАВЛИВАНИЕ СТАЛЬНЫХ ФУТЛЯРОВ

При сооружении коллекторных тоннелей для прокладки различных инженерных коммуникаций соблюдаются те же требования безопасности, что и при сооружении тоннелей метрополитенов.

В случаях пересечения коллектором железных дорог, автомобильных дорог и других наземных сооружений широко используется в мировой практике способ продавливания металлических футляров.

Движение футляра осуществляют с помощью домкратов, развивающих усилие в несколько десятков тысяч килоньютон.

Основные требования безопасности при выполнении работ по продавливанию футляров сводятся к обеспечению безопасности при монтаже и демонтаже оборудования и механизмов и при собственно продавливании футляров.

Монтаж и демонтаж оборудования и стальных футляров производят с помощью автокранов грузоподъемностью не менее 3 т. Устанавливают кран в соответствии с проектом производства работ. Все работы осуществляют под руководством лица технического надзора, имеющего удостоверение на право перемещения грузов. Эксплуатация оборудования и механизмов производится в соответствии с положениями проекта производства работ.

Для выполнения работ в охранной зоне линий электропередачи выдается наряд-допуск на основании письменного разрешения владельца ЛЭП.

Во время производства работ ЛЭП на этом участке обесточивают.

При производстве работ по продавливанию футляров лиц, не связанных с управлением домкратами, удаляют на безопасное расстояние, а лиц, находящихся в футляре, удаляют из него на поверхность.

Включение и выключение домкратов производят по сигналу ответственного лица. Место управления домкратами ограждают.

После продавливания футляра на величину хода поршня домкратов внутри производят разработку грунта только в пределах ножа футляра. В течение всей этой работы поддерживается непрерывная связь между лицами, находящимися в футляре и за его пределами.

Продолжительность непрерывного пребывания рабочих внутри футляра должна быть не более 1 ч, а интервалы между рабочими циклами составляют 30 мин.

При длине футляра более 40 м в нем обеспечивается искусственная вентиляция. С особой осторожностью ведут работы

под поверхностными сооружениями с тем, чтобы предотвратить их деформацию. При проведении работ под полотном железных дорог в момент прохождения поезда люди из футляра удаляются.

При внутренней сварке труб футляра в обязательном порядке производится искусственная вентиляция.

Все электроустановки, применяемые при продавливании футляров, заземляют. Сопротивление заземляющей системы должно быть не более 4 Ом.

Для своевременного предупреждения прорывов воды при продавливании футляров и разработке грунта предусматривают запас материалов, с помощью которых можно быстро локализовать очаг прорыва.

При выполнении работ способом стена в грунте меры безопасности сводятся к следующему.

Площадку ограждают забором высотой 2 м с соответствующим освещением мест въезда и выезда транспорта. Оборудуют переходы через траншею переходными мостиками шириной не менее 0,7 м с поручнями. Приготовление глинистого раствора производят специальными установками, управление которыми осуществляют лица, имеющие соответствующие удостоверения.

3.6. ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ СООРУЖЕНИИ ВЫРАБОТОК В СЛОЖНЫХ ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

В настоящее время в связи с увеличением глубин сооружения горных выработок все чаще происходят внезапные выбросы угля, пород, газа и горные удары. На долю подготовительных выработок приходится до 40 % внезапных выбросов, приводящих к тяжелым последствиям. Своевременное предотвращение внезапного выброса является одной из важнейших задач при сооружении выработок. Следует отметить, что существуют общие способы приведения массива в состояние не опасное по выбросам такие, как дегазация и увлажнение массива, создание предварительных разгружающих щелей в нем, камуфлетно-сотрясательное взрывание, торпедирование массива и др.

Дегазацию можно осуществлять с помощью скважин, пробуренных из забоя, и скважин, пробуренных с поверхности. В первом случае скважины должны опережать забой выработки не менее чем на 5 м и располагаться так, чтобы обеспечить подвигание забоя в безопасной зоне. Но при бурении самих дегазационных скважин возможен выброс, поэтому их следует проводить, используя дистанционное управление. Таким обра-

зом, бурение скважин по пласту связано с опасностью и усложняет технологический процесс проведения выработок особенно комбайновым способом.

Последнее время находит применение метод торпедирования пласта и пород (рис. 3.10), заключающийся в том, что из забоя параллельно пласту по породе в кровле и почве бурят скважины 1 диаметром 80 — 150 мм и длиной 15 — 20 м, которые заряжают ВВ и взрывают в режиме сотрясательного взрывания. При взрыве в массиве угля и пород образуются многочисленные трещины, приводящие к разгрузке пласта и пород и увеличению пористости. После торпедирования и проветривания в разгруженной зоне по углю бурят скважину 2, через которую вакуум-насосом откачивают газ. Длина скважин 1 должна быть такой, чтобы обеспечить недельное продвижение забоя в безопасной зоне с запасом защищенного от выброса участка не менее 2 м.

Взрывные работы ведут в режиме сотрясательного взрывания с соблюдением требований правил безопасности в угольных шахтах.

При вскрытии выбросоопасных тонких пластов стволами производят их дегазацию через скважины, пробуренные из забоя ствола до пересечения пласта (рис. 3.11). При этом точки выхода скважин из пласта должны быть удалены друг от друга на расстояние двух эффективных радиусов фильтрации $R_{\text{эф}}$. Газ через скважины выходит в забой и удаляется вентиляционной струей.

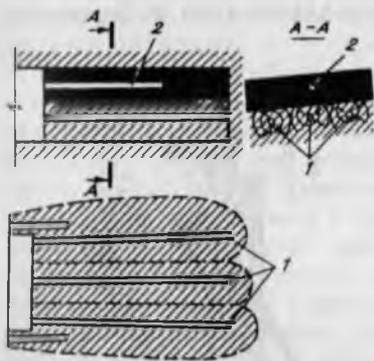


Рис. 3.10. Схема расположения опережающих скважин при торпедировании пласта и пород

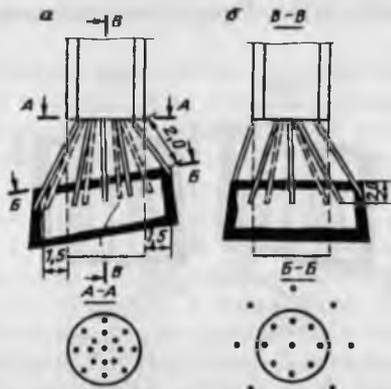


Рис. 3.11. Схема расположения дегазационных скважин при вскрытии стволом выбросоопасных тонких наклонных (а) и пологих (б) угольных пластов

При вскрытии мощных пологих пластов при их обнажении бурят дегазационные скважины малого диаметра (70 – 100 мм), а после обнажения диаметром 200 мм (рис. 3.12). Длину скважин определяют из расчета постоянного опережения забоя ствола скважинами на 2 м.

При вскрытии мощных крутых пластов дегазационные скважины располагаются по схеме, приведенной на рис. 3.13.

Кроме дегазации применяется предварительное увлажнение пласта через скважины диаметром 43 – 100 мм, пробуренные с расстояния не менее 6 м по нормали к пласту. Давление нагнетаемой воды должно быть не менее $0,75g\rho H$ (g – ускорение свободного падения, ρ – плотность пород, H – глубина ведения работ).

Вскрытие выбросоопасных пластов квершлагами предусматривают такие мероприятия, как дегазация, увлажнение массива, гидровывывание.

Способы предотвращения внезапных выбросов угля, пород и газа перед вскрытием крутых пластов необходимо осуществлять с расстояния не менее 3 м по нормали к пласту, а перед вскрытием пологого пласта – с расстояния 5 м.

Дегазационные скважины диаметром 80 – 100 мм бурят из камер через газосодержащий слой до полного его пересечения. Число скважин 5 – 10. Скважины обсаживают на глубину не менее 2 м и подсоединяют к газопроводу.

Увлажнение пластов перед их вскрытием производится нагнетанием воды в режиме гидрорыхления через скважины диаметром 45 – 60 мм. Для тонких и средней мощности пластов создают давление воды до 1,5 МПа, а для крупных пластов – 0,75 МПа. При этом контролируют давление газа в скважине.

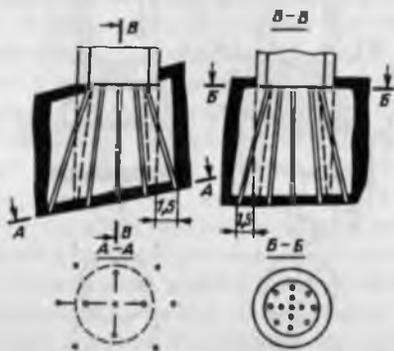


Рис. 3.12. Схема расположения дегазационных скважин при вскрытии выбросоопасного мощного пологого пласта

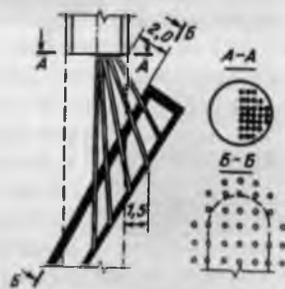


Рис. 3.13. Схема расположения дегазационных скважин при вскрытии выбросоопасного мощного крутого пласта

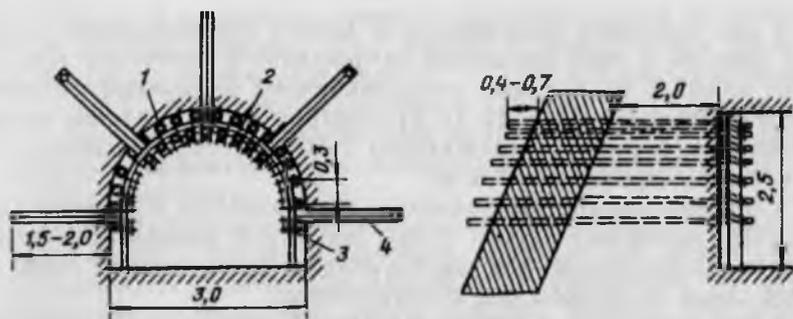


Рис. 3.14. Схема вскрытия выбросоопасного пласта квершлагом с воздействием опережающей крепи:

1 – толстостенные металлические трубы; 2 – металлическая рама; 3 – хомуты; 4 – анкеры

Вскрытие до тех пор не производят, пока давление газа в скважине не упадет до значений менее 1 МПа.

Пласты мощностью до 3 м с давлением газа в массиве 1 – 4 МПа вскрывают с применением металлического каркаса (рис. 3.14). Для возведения каркаса из забоя квершлага через породную толщу по контуру забоя, включая подшву, через каждые 0,3 м пробуривают скважины диаметром 65 – 80 мм. В скважины на всю глубину вводят толстостенные металлические трубы диаметром не менее 50 мм. При вскрытии особо опасных пластов в верхней части устанавливают два ряда труб. Под концы труб устанавливают металлическую арочную раму из швеллера № 20, которая анкерными болтами скрепляется с боковыми породами.

Безопасность работ при сооружении выработок по пластам и породам опасным суфлярными выделениями метана осуществляется в основном дегазацией массива и эффективной вентиляцией. Дегазацию осуществляют через скважины, которые бурят из забоя и подключают к системе газопровода. Газ откачивается из скважин с помощью вакуум-насосов до тех пор, пока не прекращается действие суфляра. При весьма интенсивных суфлярах, когда невозможно применить дегазацию или другие способы отвода газа из суфляра, в выработке устанавливают перемычку, из-за которой метан отводится в исходящую струю или в дегазационный трубопровод. Для отвода воды из-за перемычки, отвода метана и отбора проб воздуха в перемычке вставляют три отрезка труб диаметром от 35 до 100 мм.

Основные мероприятия по борьбе с горными ударами при проходке выработок следующие:

- для снижения напряжений и запаса потенциальной упругой энергии в зоне предельно напряженного состояния применяют крепи с постоянным сопротивлением и высокой несущей способностью (до 35 – 40 т), производят сотрясательное взрывание или бурение опережающих скважин для разрядки напряжений в призабойной зоне;

- сечение выработок, проводимых на опасных и угрожаемых пластах, выбирают таким, чтобы оно после уменьшения оставалось достаточным для эксплуатации выработки в течение всего срока ее службы без перекрепления;

- при появлении в забоях выработок микроударов осуществляют опережающее приведение массива в ударобезопасное состояние путем нагнетания воды в пласт или рыхления камуфлетными взрывами.

Повышение устойчивости горных выработок обеспечивается созданием искусственного прочного слоя по контуру породного

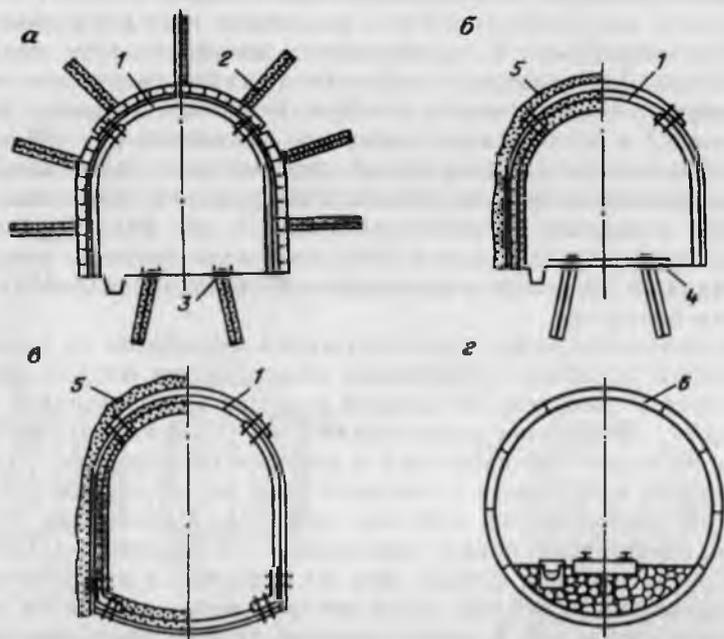


Рис. 3.15. Комбинированная конструкция крепи:

а – металлические рамы с анкерами; *б* – металлические рамы в бетоне с анкерами; *в* – замкнутые металлические рамы в бетоне; *г* – кольцевая крепь из железобетонных (бетонных) элементов; *1* – металлическая рама; *2* – железобетонные анкеры; *3, 4* – соответственно продольные и поперечные прогоны; *5* – бетон; *б* – железобетонные (бетонные) элементы

обнажения. В настоящее время разработана крепь из армированного набрызг-бетона. По периметру выработки в боках и кровле бурят шпурсы глубиной 10 — 15 см и в них закрепляют арматуру — проволоку диаметром 5 — 6 мм. На армированное породное обнажение наносят слой набрызг-бетона. Такая крепь оказалась эффективной в капитальных и подготовительных горных выработках.

Для удароопасных условий проведения горных выработок рекомендуются комбинированные конструкции крепи (рис. 3.15), предусматривающие закрепление выработок по всему периметру и ограждение их от выброса породы при горном ударе. Бока и кровлю выработки крепят металлическими рамами. Для повышения устойчивости выработок рамы бетонируют, а вмещающие породы укрепляют анкерами. Породы почвы выработки целесообразно крепить железобетонными анкерами.

ВНИИОМШСом разработана технология проведения выработок буровзрывным способом с опережающим анкерованием пород по трассе выработки. По забою бурят шпурсы под углом 40 — 45° с таким расчетом, чтобы они выходили за проектный контур сечения вокруг следующей заходки.

Бурение осуществляют последовательно штангами различной длины с помощью буровой установки БУЭ-1М.

Г л а в а 4

МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ОЧИСТНЫХ РАБОТАХ

4.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Наибольшее число случаев производственного травматизма как на отечественных, так и на зарубежных шахтах происходит в очистных забоях и на подземном транспорте, что свидетельствует о повышенной опасности производственных процессов.

Очистные забои в отличие от стационарных рабочих мест на заводах, фабриках характеризуются постоянно изменяющимися условиями работы и сосредоточением людей, машин и механизмов в ограниченном пространстве.

По статистическим данным, в очистных забоях отечественных и зарубежных шахт происходит в среднем 50 — 60 % случаев травматизма от общего числа на подземных работах и около 40 — 45 % от общего числа на шахтах вообще.

На рудных шахтах основной причиной травматизма являются обрушения.

Все многообразие факторов, формирующих условия труда на подземных горных работах, можно разделить на природные, производственно-технические и организационные.

К числу природных факторов относятся: расположение пластов (залелей) по отношению к земной поверхности (горизонтальное, наклонное, крутонаклонное); мощность пласта; свойства вмещающих пород; их крепость; газоносность и обводненность месторождения.

К производственно-техническим факторам следует отнести: глубину разработки; схемы подготовки шахтных полей; системы разработки; способы управления кровлей; средства выемки, доставки и транспортирования полезного ископаемого.

К организационным факторам относятся: профессиональное обучение и подготовка рабочих кадров; организация службы контроля за созданием безопасных условий горных работ; форма организации и система оплаты труда, нормы выработки.

4.2. МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ОЧИСТНЫХ РАБОТАХ В УГОЛЬНЫХ ШАХТАХ

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.

В зависимости от мощности обрабатываемого угольного пласта ряд операций рабочие выполняют лежа, на коленях, в согнутом положении или стоя в полный рост.

Таким образом, удобство рабочих поз при различной мощности пласта неодинаково, а следовательно, различны 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.

При мощности отрабатываемого пласта более 2 м увеличивается интенсивность травматизма, вызванная возрастанием отжима угля от груди забоя, а также необходимостью управления более металлоемким оборудованием и связанной с этим большей утомляемостью работающих.

По мере увеличения угла падения (залегания) пласта вероятность травматизма также возрастает. Это объясняется тем, что появляется опасность травмирования работающих скатывающимися 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 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.

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 горно-геологическим 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 (которые еще применяются в АО "Ростовуголь" и "Кизелуголь") — в 3,5 раза.

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 проводить 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 лаге 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.

РОЛЬ ТЕХНОЛОГИИ И МЕХАНИЗАЦИИ

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.

На шахтах Донецкого бассейна наиболее трудоемка установка деревянных стоек. Трудоемкость установки металлических стоек нарастающего сопротивления типа СДТ и КСТ ниже соответственно на 14 и 22 % при использовании деревянных верхняков, на 26 и 35 % — ме-

таллических. Самая низкая трудоемкость при установке гидравлических стоек нарастающего сопротивления ГС. По сравнению со стойками СДТ и КСТ трудоемкость их установки меньше на 22 % при металлических и на 18 – 19 % при деревянных верхняках.

Вместе с тем, следует иметь в виду, что операции по навеске шарнирных металлических верхняков над работающим конвейером затруднены и довольно опасны из-за отсутствия средств, облегчающих их навеску, хотя их применение вместе с металлическими стойками снизило число тяжелых несчастных случаев от обвалов и обрушений в 3 раза, а смертельных – в 4 раза.

И все же 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 горно-геологических, 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 своевременному 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.

Кроме того, обрывы тяговых цепей могут происходить из-за применения круглозвенных цепей меньшего калибра, чем требуется, особенно для тяжелых и работающих на наклонных пластах комбайнов, которые при обрывах цепей могут сползть вниз по падению, что также не исключает возможности травмирования работающих.

В настоящее время созданы бесцепные подающие части комбайнов для всех диапазонов обрабатываемых пластов, при наличии которых практически полностью исключаются случаи травматизма, связанные с повреждением систем подачи комбайнов.

Значительное число травм происходит во время перестановки крепи, когда при ее разгрузке ложная или слабая кровля может обрушаться. С целью расширения области применения механизированных комплексов для работы в таких условиях созданы крепи, передвигающиеся с активным подпором кровли, имеющие повышенный номинальный распор, небольшие зазоры между секциями, что исключает просыпание и вывалы породы кровли в выработанное пространство.

При отработке мощных пластов, где в большинстве случаев наблюдается значительный отжим угля, должны применяться крепи со специальными козырьками для удержания верхней части груди забоя.

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 зачи-

стки 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° , а направление падения трещин не совпадало с направлением подвига 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.

Непосредственной причиной многих завалов на шахтах являются геологические нарушения. В пределах шахтных полей в большинстве своем встречаются два вида геологических нарушений: пликативные и дизъюнктивные.

П л и к а т и в н ы е н а р у ш е н и я проявляются в виде складок простой и сложной формы и в определенных условиях оказывают негативное влияние на устойчивость кровли очист-

ных забоев, особенно в местах с сильно развитой трещиноватостью, приуроченных, как правило, к замковым частям синклинальных и антиклинальных складок.

Д и з ъ ю н к т и в н ы е н а р у ш е н и я характеризуются нарушением сплошности пласта. По амплитуде смещения их можно подразделить на крупные (с амплитудой до 20 м), средние (от 3 до 20 м) и мелкие (до 3 м).

Крупные нарушения практически полностью выявляются на стадии детальных геологоразведочных работ.

Средние и мелкие нарушения выявляются при проведении горных выработок. Чем меньше амплитуда тектонических нарушений, тем меньше их протяженность и вероятность обнаружения подготовительными выработками при подготовке лавы.

Самопроизвольные обрушения пород кровли, несущие большую опасность для работающих, в подавляющем большинстве приурочены к мелкоамплитудным тектоническим нарушениям (смещение до 1 м), так как они вскрываются в процессе очистных работ зачастую неожиданно, в связи с чем в паспортах крепления не всегда предусматриваются технические мероприятия по предотвращению обрушений в зонах геологических нарушений.

Анализ случаев внезапных обрушений кровли на участках геологических нарушений свидетельствует о наличии зависимости частоты обрушений в очистных выработках от амплитуды смещения нарушения. Поэтому необходимо проводить специальные работы по прогнозированию участков мелкоамплитудной нарушенности в пределах выемочных участков.

Около 30 % несчастных случаев в очистных забоях от обрушений породы и угля происходит в зоне расположения н и ш и н а с о п р я ж е н и я х л а в с п р и л е г а ю щ и м и в ы р а б о т к а м и.

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 различной интенсивности и характеру сдвижения 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. При этом используют индивидуальную крепь, что является причиной в этой зоне внезапных обрушений породы и угля, которые нередко приводят к тяжелым последствиям.

С учетом насыщенности ограниченного пространства концевых участков приводными и натяжными головками конвейеров, комбайнами и другими механизмами становится понятной необходимость совершенствования технологии добычи с целью сокращения объема работ в нишах и на сопряжениях лав с оконтуривающими выработками.

Одним из способов уменьшения объема работ, связанных с выемкой и креплением ниш, является вынесение привода лавного конвейера на штрек, который в этом случае следует проходить достаточным для этих целей сечением с учетом возможной конвергенции пород за определенный промежуток времени. Таким образом удается уменьшить необходимую длину ниши, а в отдельных случаях обходиться без ее устройства.

Работа без устройства ниш может быть обеспечена, если в лаве применяется два комбайна, работающих по схеме "косых заездов". При этом комбайны, как правило, работают по односторонней схеме — от конца лавы к середине на одной тяговой цепи, которая крепится в средней части лавы с помощью специального крепежного приспособления. После выемки угля в обоих направлениях комбайны становятся в исходное положение, и циклы выемки повторяются. Несмотря на определенное преимущество такого способа выемки (без ниш) следует иметь в виду, что при этом не исключены негативные моменты.

В случае, когда приводы забойных конвейеров размещаются в прилегающих выработках, применение индивидуальных стоек крепления сопряжений в определенной степени небезопасно и сдерживает работу забойного оборудования.

Кроме того, стойки дополнительной крепи, которые предусматривают для усиления штрековой крепи на сопряжении с лавой, загромождают рабочее пространство, а ручная их перестановка и переноска весьма трудоемка и зачастую является причиной травматизма.

Более жесткие требования к поддержанию кровли на сопряжениях при бесцеликовой охране подготовительных выработок, обеспечивающих меры безопасности, предъявляются, когда одну из выработок, прилегающих к лаве (вентиляционный или транспортный штрек), поддерживают за очистным забоем для его повторного использования.

В таких случаях целесообразно применять специальные крепи сопряжения, разработанные рядом научно-исследовательских и проектно-конструкторских институтов угольной промышленности России и СНГ практически для всех типов применяемых механизированных комплексов.

При применении самозарубывающихся комбайнов можно будет практически полностью исключить подготовку ниш с помощью буровзрывных работ.

Ликвидация ниш способствует установке секций крепи вплотную к штрековой крепи, в результате чего значительно улучшается крепление сопряжения лав с подготовительными выработками и сводится к минимуму возможность несчастных случаев и тяжелого травматизма.

На предприятиях угольной промышленности России и бывших республик СССР для отработки пластов крутого падения довольно распространена **щитовая система разработки**, обладающая некоторыми преимуществами по сравнению с другими системами, применяемыми при отработке крутых пластов. К серьезным недостаткам этой системы можно отнести следующие:

- относительно высокий уровень травматизма от обрушений угля и породы в подщитовое пространство, а также от самопроизвольной посадки щита;

- прорывы породы в подщитовое пространство;

- повышенная опасность падения людей в печи из-за воронкообразной формы забоя с откосами в сторону печи, конструктивных несовершенств и низкой надежности применяемых предохранительных средств;

- частое забучивание углеспускных печей;
- сосредоточенность проходческих, монтажных и очистных работ в зоне активного проявления опорного давления с выработанным пространством;
- затруднения проветривания, особенно при доработке щитового столба на газовых шахтах;
- высокая запыленность воздуха при очистных и подготовительных работах;
- значительные эксплуатационные потери угля в недрах (25 – 30 %), создающие предпосылки возникновения эндогенных пожаров.

В зависимости от горно-геологических условий при отработке крутопадающих пластов применяются и другие разновидности систем разработки.

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.

Т а б л и ц а 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 обрушения 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 Прокопьевско-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.

тами 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 всяческому 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.

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 работники, 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 инструкта-

жи 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, необходимыми 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.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ОЧИСТНЫХ РАБОТ В ОСОБЫХ УСЛОВИЯХ

В соответствии с Законом РФ "О недрах" считаются кондиционными (подлежащими отработке) угольные пласты на пологом падении мощностью от 0,6 м, а на крутом падении мощностью от 0,5 м.

Эти нормативы предопределяют формирование состава рабочих кадров в очистные забои с определенными физиологическими данными, которые в ограниченном рабочем пространстве (по мощности пласта, ширине и длине призабойного пространства) в течение 6 ч рабочего времени могли бы выполнять свои профессиональные функции.

В очистных забоях (лавах) при отработке пластов крутого падения основными причинами травм являются скатывающаяся вниз обрушивающаяся порода, отбитый уголь, а также пло-

хо закрепленные материалы или иные предметы в верхней части забоя (лавы).

Особенности отработки необходимо учитывать при составлении паспортов управления кровлей и крепления и в другой технологической документации, регламентирующей последовательность выполнения технологических процессов и предусматривающей соблюдение мер безопасности.

В очистных забоях Подмосковского бассейна, на некоторых шахтах Узбекистана и Киргизстана предъявляют особые требования по обеспечению безопасности в очистных забоях при возможном прорыве воды и пльвунов.

На шахтах Прокопьевско-Киселевского месторождения Кузбасса особенность обеспечения безопасности предопределяется весьма сложными условиями отработки мощных крутопадающих пластов и разнообразием применяемых систем разработки (щитовые без разборки, секционные, слоями с гибким перекрытием и полным обрушением и т.д.).

При комплексно-суточной организации труда смена передается из "рук в руки", в забое сосредоточивается большое число работников и при наличии или возможности появления травмоопасных факторов возрастает опасность возникновения тяжелых несчастных случаев.

4.3. МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ОЧИСТНЫХ РАБОТАХ В РУДНЫХ ШАХТАХ

Согласно требованиям Единых правил безопасности при разработке рудных, нерудных и россыпных месторождений полезных ископаемых подземным способом очистная выемка должна вестись в соответствии с проектом и планом развития горных работ. Изменение системы разработки (основных элементов), принятой для месторождения или шахтного поля, а также опытно-промышленная проверка новых и усовершенствование существующих систем разработки и их параметров допускаются по специальному проекту, утвержденному руководителем предприятия и согласованному с генеральным проектировщиком и Госгортехнадзором России.

Необходимо отметить, что изменение системы разработки или ее элементов, относящихся к отдельному блоку (камере, панели), можно производить с разрешения главного инженера рудника.

Выбор системы разработки является одним из основных факторов, обеспечивающих безопасность очистных работ. Он должен производиться с учетом обеспечения безо-

пасности работ, механизации и автоматизации процессов, снижения потерь при выемке полезного ископаемого.

Так, неправильно принятое техническое решение при проектировании отработки камеры, выразившееся в проведении бурового штрека в наиболее ослабленной зоне горного массива, стало основной причиной обрушения и травмирования группы бурильщиков на подземном руднике АО "Гайский ГОК". Без учета сложных горно-геологических условий был составлен и паспорт крепления, в котором не предусматривалась установка даже временной крепи.

Немаловажным фактором является требование к выполнению очистной выемки, которая должна начинаться только после проведения предусмотренных проектом подготовительных и нарезных выработок, необходимых для начала очистных работ, осуществления мер по проветриванию и борьбе с пылью и других мероприятий, обеспечивающих безопасность работ.

Существенно влияют на безопасность работ при очистной выемке параметры очистных забоев (размер и форма целиков и кровли). Эти параметры рассчитываются и должны обеспечивать устойчивость целиков и кровли на срок их существования.

При обнаружении нарушений в целиках и кровле, снижающих их устойчивость, очистные работы должны быть прекращены до выполнения дополнительных мероприятий, обеспечивающих устойчивость целиков и кровли.

На одном из рудников обрушившимся куском руды травмировало горнорабочего. Расследованием было установлено, что случай произошел в выработке, работа в которой была запрещена горно-технической инспекцией из-за следующих нарушений техники безопасности. Высота камеры вместо 7 м, предусмотренных проектом, составляла более 8 м, в кровле и опорных целиках имелось большое количество отслоившихся кусков породы, на некоторых участках кровля была не закреплена. Однако начальник участка проигнорировал запрещение на ведение горных работ и, не приняв мер к устранению нарушений, продолжал выдавать задания на производство работ. Было также установлено, что паспорта крепления и управления кровлей составлялись на руднике формально, без учета действительной горно-геологической обстановки, паспорт крепления выработки, где произошел случай, не был утвержден в установленном порядке.

Существенное внимание следует обращать на соблюдение параметров при слоевой выемке полезного ископаемого, поскольку несоблюдение их приводит к несчастным случаям. Так,

с отступлением от технического проекта обрабатывали панельный штрек на шахте 15-15бис в АО "Севуралбокситруда". Высота вынимаемого слоя к моменту несчастного случая с бурильщиком составляла 5 м, превышая проектную почти в 2 раза, что при отсутствии соответствующих средств для оборки отслоившейся горной массы не позволяло рабочим производить эту операцию.

Из материалов расследования несчастных случаев следует, что созданию опасной ситуации и возникновению несчастного случая предшествует, как правило, целый ряд обстоятельств, положений, действий, из которых вытекают причины, вызвавшие травмирование людей. Таких причин, которые в той или иной степени способствуют возникновению ситуаций, влекущих травмирование людей, обычно несколько.

К основной причине непосредственного травмиривания следует отнести прежде всего отсутствие крепления очистных выработок, а в ряде случаев некачественное или недостаточное его выполнение. Ведение горных работ в таких условиях обуславливается отступлениями от проектов и паспортов крепления и управления кровлей, несоответствием проектов разработки месторождений и паспортов крепления горно-геологическим условиям. По этим причинам происходит около 60 % всех случаев группового травмиривания в результате обрушений. Значительное число случаев, около 30 %, происходит на шахтах из-за применения работающими опасных приемов в работе при оборке заколов и креплении выработок, а также из-за отсутствия проектов организации работ и дополнительных мер безопасности при выполнении работ в особо опасных условиях.

Большое значение для безопасности работ имеет проектная документация.

Особое внимание при разработке проектной документации следует уделять горно-геологическим условиям. Так, на одной из шахт северо-востока страны при отработке запасов полезного ископаемого камерно-лавной системой с оставлением ленточных целиков из-за неудовлетворительного состояния кровли в камерах произошло внезапное обрушение на площади 80 м² кровли пласта мощностью 0,4 — 1,0 м. Основной причиной, вызвавшей групповое травмиривание рабочих, явилось производство очистных работ по техническому проекту и паспорту крепления, составленным по предварительной горно-геологической характеристике, не соответствующей фактическим условиям.

На другом руднике произошло внезапное самопроизвольное обрушение кровли в шести очистных камерах и в примыкающих к ним транспортных выработках на площади более 30 000 м²,

повлекшее за собой гибель людей. Несмотря на то, что ранее уже имели место аналогичные обрушения, в техническую документацию генеральным проектировщиком на отработку месторождения соответствующие изменения внесены не были. Рекомендации экспертных комиссий по результатам расследования аналогичных обрушений не выполнялись. Авторский надзор за выполнением проекта и состоянием горных работ с учетом ранее происшедших обрушений не осуществлялся. Маркшейдерский контроль за состоянием горных выработок из-за низкой квалификации работников шахты производился неудовлетворительно.

При очистной выемке необходимо учитывать **циклический**, т.е. временной фактор. В случае временной (свыше суток) остановки работ в очистном забое в связи с выходными, праздничными днями или какой-либо производственной необходимостью должны быть приняты дополнительные меры по предупреждению обрушений кровли в призабойном пространстве, загазирования забоя и других ситуаций. Возобновление работ, прерванных на срок более трех суток, допускается с разрешения начальника участка. Возобновление работ после ликвидации аварий допускается с разрешения главного инженера шахты.

Наряды на работы в условиях повышенной опасности, а также в длительно недействующие выработки, находящиеся в аварийном состоянии, должны выдаваться с составлением дополнительных мероприятий по организации безопасного ведения горных работ.

На одном из рудников по добыче калийных солей вследствие развивающегося горного давления в лаве работы были приостановлены и возобновились лишь через четыре месяца. Длительный простой лавы обусловил расслоение бортов конвейерного и вентиляционного штреков. Вместе с тем очистные работы в лаве были начаты без принятия мер по поддержанию выработок, что привело к обрушению борта конвейерного штрека.

Важную роль при очистной выемке играет **порядок** отработки. Правила безопасности запрещают одновременно отрабатывать блоки, расположенные один над другим по падению в двух смежных этажах.

Очистные работы разрешается вести одновременно на смежных этажах при условии опережения очистного забоя верхнего этажа по отношению к нижнему на расстояние, установленное проектом и обеспечивающее безопасность работ.

На безопасность ведения очистных работ влияют **расположение и содержание** выработок. Так, ходо-

вые отделения наклонных и вертикальных выработок необходимо перекрывать лядами или решетками, а вентиляционные встающие и рудоспуски — металлическими решетками или ограждать другим способом, предохраняющим от падения людей в выработки.

Расположение дучек, выходящих на горизонт грохочения или скреперования, определяется проектом.

Запрещается производить скреперование или другие работы в скреперных штреках (ортах) при обнаружении зависаний руды (горной массы) в дучках, а также при незаполненных дучках рудой (горной массой), без надлежащего перекрытия выпускных отверстий.

Выпускные дучки или люки не должны располагаться в кровле выработок, а также напротив выработок, служащих для перепуска руды на нижележащие горизонты (подэтажи).

При поступлении отбитой руды на штреки (орты) скреперования над рудой должен сохраняться переход по высоте не менее чем $2/3$ высоты выработки.

Оставление в очистной камере в качестве потолочины днища вышележащей камеры допускается только при условии заложения дучек (рудоспусков) и состоянии днища, отвечающем требованиям устойчивости потолочины.

В начале смены и в процессе работы необходимо производить проверку устойчивости кровли и стенок выработок путем осмотра и простукивания. При появлении признаков опасности отслоения породы нужно производить оборку, а при необходимости — устанавливать дополнительную крепь.

При обнаружении признаков самообрушения работа в очистном забое должна быть немедленно остановлена и люди выведены в безопасное место.

Возобновление работ производится с разрешения главного инженера шахты.

Одним из факторов, определяющим безопасность очистных работ, является организация пропуска руды при зависании ее в дучках, рудоспусках и люках, а также при выпуске обводненной горной массы из рудоспусков.

Ликвидацию зависаний производят из безопасного места взрыванием зарядов с применением детонирующего шнура, подаваемых на шестах или другими способами.

Особую опасность представляет выпуск обводненной горной массы из рудоспусков. Указанный вид работ производят в соответствии со специально разработанной организацией работ и при условии оборудования рудоспусков люковыми затворами с дистанционным управле-

нием или применения скреперных лебедок и других мер, исключающих нахождение людей под рудоспуском.

На руднике "Молибден" Тырнаузского комбината при погрузке обводненной горной массы был травмирован машинист электровоза. Расследованием установлено, что в организации таких работ, несмотря на имевшие место в прошлые годы подобные случаи, на руднике не были приняты меры по дистанционному управлению люковыми затворами, машинисты электровозов не были обучены по профессии люковых. Кроме того, не были приняты меры по предотвращению скопления воды в рудоспуске.

Необходимо отметить, что каждая система разработки имеет свои специфические особенности, определяющие безопасность ведения очистных работ.

Едиными правилами безопасности при разработке рудных, нерудных и россыпных месторождений полезных ископаемых подземным способом запрещается применять системы разработки с обрушением руды и вмещающих пород при наличии в налегающих породах плавунцов, неосушенных песков, суглинков и карстов, заполненных водой или газами.

При системах слоевого обрушения нельзя производить очистные работы по выемке слоя при зависании или задержке обрушения кровли до их устранения, а также в период движения и обрушения покрывающих пород.

При системе разработки с магазинированием руды запрещено рабочим находиться в камере магазина во время выпуска руды, производить бурение и дробление руды до приведения в безопасное состояние кровли и бортов камеры. При разработке этой системой тонких и маломощных пластов (залелей) запрещается ведение очистных работ без устройства настилов. При системах этажного (подэтажного) самообрушения запрещается нахождение людей в оконтуривающих выработках блока, полностью подготовленного к обрушению, и т.д.

Существенным фактором, определяющим безопасность очистных работ, является выбор крепления, способа поддержания и управления кровлей очистных выработок.

Большое значение должно придаваться вопросам безопасности при выемке целиков. Ее осуществляют в соответствии со специальными проектами организации и производства работ, которые также могут являться составной частью проекта на отработку блока в целом.

Едиными правилами безопасности при разработке рудных, нерудных и россыпных месторождений полезных ископаемых

подземным способом запрещено вынимать междукамерные целики системами, требующими проведения горных выработок при незаложенных или не заполненных рудой или породой смежных камерах. Существенное влияние на безопасность очистных работ оказывает выбор технологии, механизмов и оборудования для осуществления этих работ — переход на более безопасные геотехнологические методы добычи полезных ископаемых, а также широкое внедрение систем отработки без присутствия людей в очистном пространстве, применение систем разработки с закладкой выработанного пространства.

В последние годы на подземных рудниках произошли значительные качественные изменения в состоянии горных работ в результате внедрения более совершенной технологии и новой техники. На рудниках цветной металлургии увеличены объемы добычи руды системами с закладкой выработанного пространства, которые составляют более 43 % общей добычи подземным способом.

При разработке крутопадающих рудных тел небольшой мощности расширяется область применения очистных комплексов КОВ-25, которые обеспечивают полную механизацию работ и нахождение горнорабочих в специально оборудованной кабине.

На горнодобывающих предприятиях широкое развитие получила доставка полезных ископаемых с применением самоходного дизельного оборудования. Только на рудниках цветной металлургии работает около 3 тыс. самоходных машин, с помощью которых добывается 56 % руды, получаемой подземным способом.

Применение самоходного дизельного оборудования при добыче полезных ископаемых в подземных условиях позволило механизировать ряд основных и вспомогательных процессов, внедрить более совершенные и высокопроизводительные технологии, сделать труд подземного рабочего более легким и привлекательным.

Принципиальное значение при использовании самоходного дизельного оборудования в подземных горных выработках приобретают вопросы, связанные с обеспечением безопасности при его эксплуатации, так как нарушение норм безопасности, определенных Инструкцией по безопасному применению самоходного (нерельсового) оборудования в подземных рудниках, в ряде случаев приводило к тяжелым последствиям для лиц, занятых на подземных работах.

Негативные случаи в основном происходят из-за неудовлетворительной организации работ при использовании погрузочно-доставочных машин, в том числе из-за применения их в вы-

работках при отсутствии требуемых зазоров, неудовлетворительного содержания проезжей части и свободных проходов в откаточных выработках, допуска к эксплуатации машин с различного рода неисправностями, влияющими на безопасность, перевозки грузов в выработках, не предназначенных для этих целей.

Применение самоходного дизельного оборудования в подземных условиях связано с повышенной потенциальной опасностью в связи с использованием горючих материалов, загрязнением рудничной атмосферы токсичными выхлопными газами и эксплуатацией машин в стесненных условиях.

Крупные аварии с тяжелыми последствиями имели место на шахтах при подготовке и проведении массовых взрывов. Они были связаны с неудовлетворительной организацией работ и невыполнением требований правил и норм безопасности при работе со взрывчатыми материалами.

Групповое травмирование людей, как правило, происходит в результате отравления вредными продуктами взрыва, воздействия ударной волны при преждевременных взрывах и отравления продуктами горения ВМ.

На одной из железорудных шахт при подготовке массового взрыва преждевременно взорвалась одна из скважин, а затем находившаяся поблизости вагонетка с зерногранулитом, что привело к групповому несчастному случаю с тяжелыми последствиями.

В данном несчастном случае могли быть следующие причины возбуждения взрыва:

- разряд статического электричества при пневмотранспортировании зерногранулита по полипропиленовому шлангу в процессе заряжания;

- механическое воздействие на взрывчатые вещества при неисправности зарядной машины или попадание посторонних предметов в тракты прохождения ВВ;

- механические воздействия на отрезок детонирующего шнура, выходящего из скважины.

В этой связи важную роль в безопасности очистных работ играет своевременное выполнение организационно-технических мероприятий и, в первую очередь, при осуществлении буровзрывных работ и изменении горно-геологических условий в очистных выработках.

К особенностям обеспечения безопасности очистных работ в рудных и нерудных шахтах относятся выполнение дополнительных правил при разработке вечномерзлых россыпных месторождений, дополнительных требований безопасности при ведении

очистной выемки способом подземного выщелачивания, дополнительных требований при разработке каменной соли, а также при добыче пильного камня. Эти требования изложены в Единых правилах безопасности.

Правилами запрещается прямой (наступающим забоем) порядок отработки шахтного поля от ствола шахты к границам шахтного поля или от основного штрека к бортам россыпи при отсутствии предохранительных околоштрековых целиков. Запрещена разработка вечномерзлых россыпей лавами при температуре песков и пород кровли (на глубине 0,5 м от плоскости обнажения) -1°C и выше. В этих случаях подготовительные выработки нужно крепить сплошной крепью без отставания ее от забоя.

До начала работ по выщелачиванию в блоке должны быть затампонированы все ранее пробуренные скважины (геолого-разведочные, гидрогеологические и др.) за исключением наблюдательных скважин, проведены подготовительные и нарезные выработки, завершено строительство дренажного горизонта для улавливания и сбора продуктивных растворов. Перед подачей в блок рабочих растворов необходимо пропуском воды проверить фильтрующие характеристики горной массы и возможность утечки растворов.

Исключительную опасность представляют горные удары. Поэтому на рудниках, опасных по горным ударам, необходимо выполнять мероприятия по своевременному прогнозированию и предупреждению этого грозного явления.

Практически ежегодно происходят аварии, связанные с горными ударами, особенно это характерно для шахт 14-14бис и 15-15бис АО "Севералюмин", рудников Таштагол НПО "Сибруда" и Приморский АО "Дальполиметалл".

Для повышения устойчивости очистных выработок в удароопасных условиях уменьшают их поперечные сечения и применяют усиленные крепи. Чаще всего это достигается посредством увеличения длины анкеров с 1,8 до 3,5 – 4,0 м, укрепления дополнительных "кустов" удлиняющих анкеров на сопряженных выработках и в зонах влияния активных тектонических нарушений. Практикуется замена жестких анкерных болтов на податливые приспособления.

С целью уменьшения влияния негативных явлений на формирование удароопасности на шахтах АО "Севералюмин" продолжается перевод технологии добычи руды на системы разработки с закладкой выработанного пространства. Данное направление выбрано как основное. Кроме этого, совершенствование технологии добычи бокситов ведется в направлении

снижения удароопасности элементов существующих систем разработок:

- исключается проходка нарезных выработок (панельных и поэтажных штреков) в зонах опорного давления;
- сокращается до минимума изрезанность массива;
- внедряется прямой порядок отработки с приданием целикам неудароопасной формы;
- используется диагональное к линии простирания расположение очистных камер.

На самой удароопасной шахте 15-15бис АО "Севуралбоксит-руда" камерно-столбовая система разработки практически исключена. Отработку шахтного поля в этом случае ведут без оставления в выработанном пространстве безрудных участков, которые, являясь жесткими опорами, концентрируют напряжение и затем реализуют их в виде мощных горных ударов.

На этой шахте опробованы способы снятия повышенных напряжений в горном массиве посредством мощных взрывов скважинных зарядов и предварительной разгрузки по всей площади подэтажных (панельных) целиков разгрузочными скважинами диаметром 102 мм до начала ведения очистных работ.

Особые требования предъявляются при ведении очистных работ на месторождениях, склонных к газодинамическим проявлениям, характерным для калийных рудников Верхнекамского месторождения. На этих рудниках ежегодно происходят выбросы соли и газа различной интенсивности, приводящие в ряде случаев к тяжелым последствиям. Горные работы в этих условиях осуществляются в соответствии со специальными мероприятиями, предусматривающими дополнительные меры безопасности (см. далее гл. 16).

Существенное значение следует уделять мерам безопасности при ведении горных работ под водоносными горизонтами и, прежде всего, по соблюдению разработанных требований для таких условий по сохранности водозащитной толщи.

Наиболее крупная авария произошла в марте 1984 г. на руднике III Березниковского рудоуправления. На этом руднике шла отработка сильвинитовых пластов на глубине 430 – 440 м камерными системами с выемкой комбайнами. Мощность отрабатываемого участка 5 – 5,5 м. Мощность водозащитной толщи на данном участке составляла 130 – 135 м. В соответствии с Указаниями по охране зданий, сооружений и природных объектов от затопления в условиях Верхнекамского месторождения калийных солей в указанную водозащитную толщу были отнесены (64 м) соляно-мергелевые породы. Над этими пластами располагается водоносный горизонт, представленный прослоями песчаников и аргиллитов, мощностью 100 м.

В одной из камер было зафиксировано рассолопроявление из кровли выработки с незначительным притоком и последовательное его увеличение до $10 \text{ м}^3/\text{ч}$. Первоначальные заключения специалистов были оптимистичны и эффективных мер на руднике не принималось, и только через две недели, когда приток рассолов увеличился до $60 \text{ м}^3/\text{ч}$, работы на участке были приостановлены. Однако вскоре на руднике сложилась аварийная обстановка. Поступление рассолов быстро увеличивалось: сначала приток был $418 \text{ м}^3/\text{ч}$, через сутки — $652 \text{ м}^3/\text{ч}$, через двое суток — $2000 - 3000 \text{ м}^3/\text{ч}$, через трое — $4000 \text{ м}^3/\text{ч}$. Было принято решение о выводе людей.

Анализ обстоятельств рассолопроявления позволил сделать следующие выводы — проникновение рассолов в горные выработки произошло при ведении добычных работ вследствие аномального строения массива налегающих пород района отрабатываемого блока, поступали они по некачественно затампонированным геологоразведочным скважинам.

Для предупреждения прорывов воды в рудники необходимо иметь полное и научно обоснованное представление о налегающих породах и четкие параметры поддержания водоносных горизонтов (см. далее гл. 17).

Глава 5

МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ МАШИН И МЕХАНИЗМОВ

5.1. ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Безопасность труда человека на производстве определяется тремя условиями:

- безопасностью производственного оборудования;
- безопасностью технологического процесса;
- безопасностью трудового процесса.

Состояние каждого звена, составляющего эту систему, влияяет 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 возмущений 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 условиях; 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 обслу-

живающего 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.

Радикальными средствами обеспечения безопасности производственных процессов и оборудования являются **механизация и автоматизация**.

Механизация — это замена ручных операций применением машин и механизмов. При этом достигается не только повышение производительности труда, но и освобождение человека от выполнения тяжелых, трудоемких работ. Кроме того, механизация производственных процессов создает предпосылки для их автоматизации.

Автоматизация — высшая форма организации производства, при которой функции контроля за производственными процессами и управления (частично или полностью) ими передаются приборам и автоматическим устройствам. Это позволяет полностью исключить воздействие вредных и опасных факторов на человека, т.е. обеспечить наилучшие условия труда.

5.2. ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ И ЭРГОНОМИКИ К ПРОИЗВОДСТВЕННЫМ ПРОЦЕССАМ И ОБОРУДОВАНИЮ

Общие требования безопасности к производственным процессам и оборудованию сформулированы в ГОСТах на производственные процессы и оборудование. Перечисленные выше прин-

целы 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.

Механическое оборудование, применяемое в различных отраслях промышленности, весьма разнообразно по принципу действия и средствам безопасности, но существуют и общие требования, которые необходимо соблюдать при конструировании и эксплуатации любых видов производственного оборудования. По отдельным группам оборудования разработаны конкретные стандарты, учитывающие специфику этих групп (например, по электротехническим изделиям, компрессорному оборудованию, грузоподъемным кранам, металлорежущим станкам и др.).

Общие требования к безопасности оборудования включают в себя требования к конструкциям, материалам, органам управления, средствам защиты, эргономические требования, а также наличие раздела "Требования безопасности" в технической документации по монтажу, эксплуатации, ремонту, транспортированию и хранению машин, механизмов, аппаратов и других видов оборудования.

При проектировании оборудования необходимо учитывать психофизиологические и физические возможности человека, его антропометрические данные. Усилия, затрачиваемые рабочими при управлении машинами, не должны превышать допустимых значений. С целью уменьшения утомляемости человека все узлы машины и элементы управления размещают таким образом, чтобы исключить монотонность работы, лишние движения, неудобные рабочие позы.

Требования к основным элементам конструкций отражают необходимость создания безопасной и комфортной производственной среды за счет средств коллективной защиты на основе рациональных конструкторских решений, удачного сочетания рабочих и защитных функций узлов и элементов 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 нарушении 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 непроизвольного 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, вхо-

дящих 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 загроулены, должны обеспечиваться средствами, исключающими возможность работы основного оборудования в такой ситуации, вплоть до блокировок, останавливающих рабочий процесс.

В связи с внедрением сложных механизмов, автоматических линий и автоматизированных систем управления, характеризующихся большим объемом информации, которую необходимо воспринимать оператору, большое значение приобретают **эргономические требования**, устанавливающие соответствие оборудования антропометрическим, физиологическим и психологическим особенностям человека. Эргономические требования включены во многие стандарты на рабочие места и конкретные виды оборудования.

5.3. МЕХАНИЗАЦИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ ГОРНЫХ РАБОТ КАК СРЕДСТВО ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА

Основной целью **механизации** является повышение производительности труда за счет освобождения человека от выполнения тяжелых трудоемких операций, что приводит также к снижению утомляемости трудящихся и повышению безопасности их труда. Хотя, с другой стороны, применение механизмов зачастую приводит к появлению новых опасных зон и факторов, изменяя соотношение основных причин травматизма.

Так, например, с появлением выемочных горных комбайнов появились и новые причинители 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 лаге 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 а в т о м а т и з а ц и и 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.

Ч а с т и ч н а я а в т о м а т и з а ц и я — 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.

К о м п л е к с н а я а в т о м а т и з а ц и я 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.

П о л н а я а в т о м а т и з а ц и я 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 т р у д о м о п е р а т о р а. 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 оператора 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.

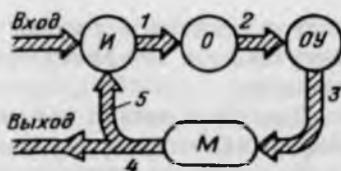
С другой стороны, развитие механизации, автоматизации и дистанционного управления позволяет сократить (или даже исключить) пребывание людей в опасных зонах, снизить содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны, уровни шума, вибраций и других вредностей, т.е. создает реальные предпосылки улучшения 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 э р г о н о м и ч е с к и е и п с и х о ф и з и о л о г и ч е с к и е т р е б о в а н и я.

Рис. 5.1. Структурная схема системы человек-машина:

И — индикаторы; О — оператор; ОУ — органы управления; М — машина; 1, 2, 3, 4 — переходы воздействий от одного звена к другому; 5 — обратная связь



Роль человека-оператора в системе управления поясняет рис. 5.1. Здесь представлена простейшая (одноконтурная) схема замкнутой системы человек-машина. Процесс регулирования представляет собой ряд переходов воздействий от одного звена к другому. Обратная связь служит для отражения изменения состояния звеньев, что позволяет человеку контролировать правильность своих действий.

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.

Математически процесс регулирования описывается некоторой функцией времени. Для простой одноконтурной системы (см. рис. 5.1) время цикла регулирования представляет собой сумму времени задержки сигнала во всех звеньях:

$$T = \sum_{i=1}^n t_i + T_o, \quad (5.1)$$

где T — время цикла регулирования; n — число звеньев в системе управления; t_i — время задержки сигнала в i -м звене; T_o — время задержки сигнала оператором от момента поступления сигнала до ответа на него действием.

При конструировании систем управления следует учитывать, что по времени задержки сигнала человек значительно отстает от машинных звеньев. Время реакции человека исчис-

ляется десятными долями секунды, секундами и даже иногда минутами, в то время как Σt_i обычно на два-три порядка меньше.

Для обеспечения надежного и точного управления машиной информация, поступающая оператору, должна соответствовать пропускной способности человека. Оптимальное значение количества информации для человека составляет 0,1 – 5,6 бит/с. Увеличение количества информации снижает скорость ее восприятия, оператор допускает ошибки в приеме и передаче сигналов. Уменьшение потока информации приводит к монотонности работы, снижению эмоционального тонуса, в результате также увеличивается число ошибок (рис. 5.2). Ошибки в работе оператора ведут к браку продукции, снижению производительности труда, повышенному травматизму и авариям. В этом смысле большое значение имеет тренировка, но и она не исключает вероятности ошибок.

На надежность работы оператора отрицательно влияют неблагоприятные санитарно-гигиенические условия труда, шум, вибрация и т.п. Наиболее рациональный путь повышения надежности его работы – оптимальное согласование оператора с машиной и создание комфортных условий работы.

Для этого необходимо правильно организовать рабочее место, т.е. место постоянного или периодического пребывания работающего для наблюдения и ведения производственных процессов. Организация рабочего места включает в себя: выбор рабочей позы, определение рабочих зон, размещение органов управления, индикаторов, инструментов и заготовок.



Рис. 5.2. График соотношений скорости приема ($P_{пр}$) и передачи ($P_{пер}$) информации



Рис. 5.3. Схема рабочей позы: а – устойчивая рабочая поза; б – рабочая поза со сниженной устойчивостью

Рабочая поза. Правильная рабочая поза имеет большое значение для сохранения работоспособности и обеспечения безопасности. Она зависит от характера работы — движения должны быть экономичными, легкими, безопасными и производительными. Поза является правильной, если проекция общего центра тяжести находится в пределах площади опоры (рис. 5.3). Если это условие не соблюдается, рабочая поза вызывает дополнительные статические нагрузки на мышцы. Это приводит к быстрому утомлению, снижению работоспособности, профессиональным заболеваниям, таким, как искривление позвоночника, расширение вен, плоскостопие и другим, а также может приводить к травматизму.

При проектировании рабочего места следует учитывать работу мышц. Так, если в процессе работы задействована небольшая группа мышц, то более предпочтительной является сидячая поза, при работе большой группы мышц — стоячая. При этом, если при прямой позе сидя тяжесть мышечной работы принять равной 1,0, то при прямой позе стоя работа составляет 1,6; при наклонной позе сидя — 4,0; при наклонной позе стоя — 10,0.

Рабочая зона. Пространство рабочего места по характеру или частоте осуществляемых в нем движений следует подразделять на зоны, соответствующие оптимальному полю зрения работающего. Рабочая зона определяется дугами, которые может описать рука, поворачивающаяся в плечевом или локтевом суставе при полном сгибании и разгибании, на уровне рабочей поверхности. Движением рук управляет мозг человека в соответствии с коррекцией глаз, поэтому зону, удобную для действия обеих рук, необходимо совмещать с зоной, удобной для обзора.

Рабочие места должны проектироваться также с учетом антропометрических данных — усредненных размеров человеческого тела, характерных для данного региона или группы населения (рост, длина рук, ширина плеч, высота колен и т.п.). Если размещение органов управления не соответствует физическим данным человека, то работа становится неоправданно утомительной.

На рис. 5.4 показаны структурные схемы рабочих зон для сидячей и стоячей работы. Зоны, обозначенные цифрами, оцениваются следующим образом.

Зона 1 — в ней хорошо работают обе руки и хорошо осуществляется зрительный контроль. В этой зоне следует размещать органы управления, которыми оператору приходится пользоваться чаще всего или производить наиболее точные и быстрые

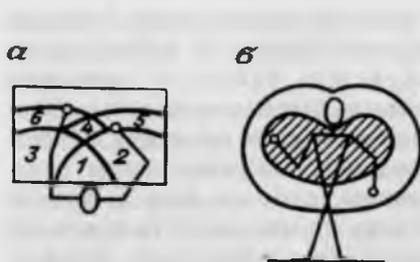


Рис. 5.4. Структурные схемы рабочих зон:
 а — при сидячей работе в горизонтальной плоскости: 1, 2, 3, 4, 5 — рабочие зоны разной степени доступности; б — при стоячей работе в вертикальной плоскости

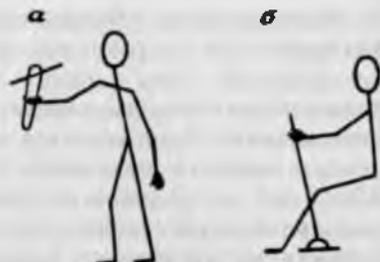


Рис. 5.5. Оптимальное расположение органов управления:
 а — в положении стоя; б — в положении сидя

движения; она наилучшим образом подходит для точных мелких сборочных работ.

Зоны 2 и 3 — хорошо доступны для одной и мало доступны для другой руки; зрительный контроль затруднен. Здесь удобно размещать инструменты и материалы, которые рабочий берет только одной рукой, или органы управления, за которыми не требуется постоянного визуального наблюдения.

Зона 4 — менее доступная зона, используется как запасная к зонам 2 и 3.

Зоны 5 и 6 — доступны только для левой или правой руки. В ней можно размещать инструменты и материалы, редко используемые в трудовом процессе, или органы управления, которыми пользуются, не глядя.

Органы управления. Типичные факторы, которые надо учитывать при проектировании органов управления, — рабочая поза оператора; расположение органов управления, их размер и форма; характер выполняемых движений; сопротивление усилию оператора (отношение величины перемещения органа управления к перемещению указателя индикатора); воздействие производственной среды (температура, влажность, вибрация и т.п.).

Система управления может быть ручной или ножной. Ручное управление является наиболее предпочтительным, причем более удобными для человека являются движения к себе или от себя. Также следует иметь в виду, что движения к себе более быстрые, но менее точные, а от себя — более точные, но менее быстрые. Ножные органы управления используются тогда, когда требуются большие усилия и низкая точность: включение—выключение, грубая регулировка параметров и т.п.

Точность движений обязательно требует определенного момента сопротивления регулятора: для рукоятки 3 – 17 Н·м, для ножных педалей 20 – 80 Н·м. Если управление регулятором не требует усилий, то оператор "не чувствует" его и действует не точно.

При ручном управлении максимальные усилия достигаются при захватывании рычагов на уровне плеча в положении стоя и на уровне локтя в положении сидя (рис. 5.5). Органы управления, которыми пользуются чаще, следует располагать также на высоте между локтем и плечом.

Форма и размеры органов управления должны быть согласованы с размерами и биомеханическими особенностями руки человека. Для различных операций лучше использовать регуляторы, действующие по различному принципу: перекидные, кнопочные, клавишные, поворотные и др.

При дистанционном управлении манипуляторы должны воспроизводить движения, требующие минимального переосмысления со стороны оператора.

Опыт показывает, что время выполнения операции возрастает с удалением оператора от объекта воздействия. Для сокращения этого времени эффективно используется промышленное телевидение.

Важнейшим средством повышения точности и скорости действий оператора являются структурное соответствие в расположении приборов и органов управления, а также естественные связи направлений движения. Как показано на рис. 5.6, движение индикаторной стрелки, соответствующее возрастанию контролируемого параметра, осуществляется по часовой стрелке, и вращение регулятора, обеспечивающее возрастание параметра, производится в этом же направлении. Когда направление движения регуляторов соответствует направлению перемещения указателей индикаторов, число ошибок уменьшается в 2 – 3 раза за счет снижения вероятности грубых ошибок при рефлекторных движениях при управлении.

Если на панели управления необходимо разместить более 25 – 30 приборов, то их следует компоновать в две или более зрительно отличающиеся группы для облегчения чтения показаний. В случаях, когда на панели размещаются и органы

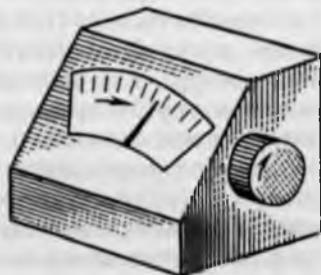


Рис. 5.6. Естественные связи направлений движения управляющих органов

управления, и индикаторы, их следует монтировать так, чтобы индикаторы располагались в центральной части, а органы управления — на периферии.

5.4. ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ОБОРУДОВАНИЯ В ШАХТАХ

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 причинами 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 придавливании; 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 з а щ и т н ы е

у с т р о й с т в а , 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 о г р а н и ч е н н о й (локализованной вокруг опасного элемента конструкции) и н е о г р а н и ч е н н о й , 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.

О г р а д и т е л ь н ы е у с т р о й с т в а — 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.

Б л о к и р о в к и — 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 устройств.

П р е д о х р а н и т е л ь н ы е у с т р о й с т в а — 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.

О г р а н и ч и т е л и п е р е м е щ е н и я — средства, применяемые для предотвращения движения отдельных элементов или всей машины за установленные пределы (габариты). К ним относятся концевые выключатели и упоры.

Т о р м о з н ы е у с т р о й с т в а — 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 автоматическими.

Надежность и исправность тормозных устройств имеет большое значение для обеспечения безопасности оборудования.

С п е ц и а л ь н ы е у с т р о й с т в а — 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.

У с т р о й с т в а д и с т а н ц и о н н о г о у п р а в л е н и я — 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.

У с т р о й с т в а а в т о м а т и ч е с к о г о к о н т р о л я и с и г н а л и з а ц и и — устройства, предназначенные для контроля, передачи и отображения информации. По назначению эти устройства подразделяются на информационные, предупреждающие, аварийные; по характеру передачи сигнала — на 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 важное 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.

Электрическую блокировку съемных или откидных ограждений осуществляют путем установки конечных выключателей. При снятии или неправильной установке ограждений она отключает цепи управления электродвигателем привода. Схема включения конечного выключателя зависит от типа пусковой аппаратуры, применяемой для управления работой электродвигателя. Для отключения последнего в схеме управления имеет-

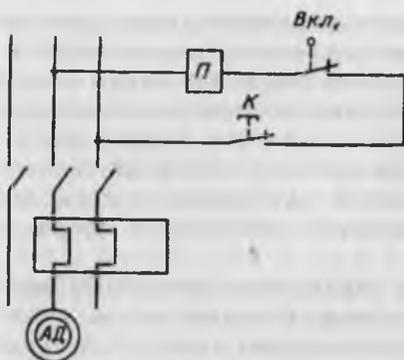


Рис. 5.7. Принципиальная схема включения конечного выключателя: АД — асинхронный двигатель; П — пускатель; Вкл. — кнопка включения АД; К — концевой прерыватель

ся контакт конечного выключателя или реле, которые при нормальном положении ограждения замкнуты и обеспечивают включение оборудования; при снятии или неправильной установке ограждения они размыкаются, отключая цепи управления, и электродвигатель останавливается. На рис. 5.7 показана принципиальная схема включения конечного выключателя. Цепь включения пускателя П имеет концевой прерыватель К, который срабатывает при неплотном закрытии кожуха электродвигателя.

Используются также блокировки, препятствующие включению электродвигателя при отключенных устройствах, обеспечивающих безопасные и здоровые условия труда (например, при неработающем орошении пылящих органов машины). Блокировками также исключается одновременный пуск машины с нескольких пультов, чтобы в случае выключения машины с одного пульта (для ведения, например, ремонтных работ) не допустить ее ошибочного включения с другого пульта.

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, дистанционное 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 автоцепку 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, исключаящих 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. ОРГАНИЗАЦИЯ БЕЗОПАСНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ГОРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Правильная организация работ является важнейшим условием обеспечения безопасности горного производства. В общем травматизме по фактору "повреждение людей машинами и ме-

ханизмами" 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.

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.

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.

Глава 6

МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ НА ШАХТНОМ ТРАНСПОРТЕ

6.1. ФАКТОРЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ БЕЗОПАСНОСТЬ РАБОТЫ ШАХТНОГО ТРАНСПОРТА

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, расстыбовке 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, — неудовлетворительное 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.

6.2. ПРИНЦИПЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПЕРЕВОЗКЕ ЛЮДЕЙ И ГРУЗОВ НА ШАХТАХ

БЕЗОПАСНОСТЬ ПРИ РАБОТЕ РЕЛЬСОВОГО ТРАНСПОРТА

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 предназначен-

ных для этих целей, что объясняется, с одной стороны, низкой трудовой дисциплиной, а с другой — неудовлетворительной организацией этого процесса. Кроме того, прекращен выпуск вагонок 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.

ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ К ПУТЕВОМУ ХОЗЯЙСТВУ

Правила безопасности жестко регламентируют устройство и состояние путевого хозяйства (настил рельсовых путей, закругления, стрелки и их переводы, износ головок и зазоры), так как от этого зависит не только производительность предприятия, но и уровень травматизма.

Рельсы тяжелого профиля (Р-24, Р-33 и Р-38) наиболее долговечны и надежны в эксплуатации, поэтому их применяют в выработках с интенсивным движением — в околоствольных дворах, на основных откаточных штреках, в наклонных стволах, уклонах и бремсбергах.

Рельсовые пути, по которым производят откатку локомотивами, должны иметь уклон в сторону околоствольного двора не более 0,005. Такой уклон обеспечивает эффективный сток воды и уменьшает расход энергии локомотивами при доставке горной массы к стволам. Увеличение уклона нежелательно из-за повышения нагрузки при доставке грузов и порожняка на добычные участки, а также из-за увеличения длины тормозного пути при движении под уклон.

Величины радиусов закруглений и переводных кривых обуславливают плавность вписывания подвижного состава в кривые рельсовых путей и его устойчивость. Радиусы закруглений рельсовых путей и переводных кривых должны иметь не менее 12 м для колеи 600 мм и не менее 20 м для колеи 900 мм, но в действующих шахтах разрешена эксплуатация рельсовых путей с меньшими закруглениями. Переводная кривая — это линия, по которой осуществляется сопряжение рельсовых путей на стрелочном переводе.

Во избежание схода вагонов или заклинивания скатов между рельсами допускается расширение пути против нормально установленной ширины рельсовой колеи на 4 мм и сужение не более чем на 2 мм. Износ головки рельса снижает его проч-

ность и может привести к аварии, поэтому Правила безопасности регламентируют износ головки рельсов.

Одной из причин схода локомотива и вагонеток с рельсов является неисправность стрелочных переводов, поэтому Правилами безопасности запрещается эксплуатация стрелочных переводов при сбитых, выкрошенных, изогнутых перьях и разъединенных стрелочных тягах, при зазорах более чем 4 мм между пером и рамным рельсом, при отсутствии фиксации положения стрелочных переводов и открытых канавах стрелочных переводов.

Применение стрелочных переводов с дистанционным управлением облегчает труд машинистов локомотивов и способствует снижению травматизма. На действующих и вновь строящихся шахтах в околоствольных дворах и в главных горизонтальных и наклонных откаточных выработках должно быть внедрено дистанционное управление.

Приводы стрелочных переводов откаточных путей устанавливают со стороны прохода для людей с таким расчетом, чтобы расстояние от наиболее выступающей части привода до кромки подвижного состава было не менее 0,7 м. При недостаточной ширине выработки приводы устанавливают в нишах.

Путевые устройства, стрелочные переводы, путевые сигналы, зазоры и проходы в горизонтальных и наклонных выработках, а также контактная сеть электровозной откатки не реже одного раза в месяц **о с м а т р и в а ю т с я** начальником внутришахтного транспорта или его заместителем и не менее двух раз в месяц — горным мастером.

Запрещается приступать к ремонтным работам на путях до ограждения сигналами мест производства работ и снимать их до полной проверки состояния пути.

Знаки устанавливают на расстоянии не менее 80 м от места производства работ непосредственно на рельсовом пути на стойках высотой 1,3 — 1,5 м.

ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ К ЛОКОМОТИВАМ И ПАРКУ ВАГОНЕТОК

Во всех выработках шахт, не опасных по газу или пыли, а также в выработках со свежей струей воздуха на шахтах I и II категорий по газу или опасных по пыли допускается применение **к о н т а к т н ы х э л е к т р о в о з о в** в рудничном нормальном исполнении.

Для уменьшения искрообразования электровозы должны быть снабжены двумя токоприемниками. С разрешения главного инженера допускается работа с одним токоприемником, если ус-

тановка второго не предусмотрена конструкцией электровоза. Во всех выработках шахт, опасных по газу и пыли, должны применяться аккумуляторные электровозы в рудничном взрывобезопасном исполнении.

Аккумуляторные электровозы в рудничном исполнении повышенной надежности разрешается применять во всех выработках шахт I и II категорий по газу или опасных по пыли, а также в откаточных выработках со свежей струей воздуха на шахтах III категории и сверхкатегорных по газу. В порядке исключения с разрешения главного инженера комбината (треста) эти электровозы могут использоваться также в выработках с исходящей струей воздуха на шахтах III категории и сверхкатегорных и в подготовительных выработках этих шахт, проветриваемых вентиляторами местного проветривания, если на электровозах установлены переносные автоматические приборы контроля содержания метана, а объемная доля его в исходной струе не превышает 0,75 %.

В выработках со свежей струей воздуха на пластах, опасных по суфлярным выделениям и внезапным выбросам угля и газа, временно допускается применение электровозов в рудничном исполнении повышенной надежности, если расстояние от локомотива до очистного забоя составляет не менее 50 м. При таком расстоянии в случае выделения газа локомотив будет находиться на свежей струе.

Запрещается работа на локомотивах с неисправными буферами, сцепными устройствами, тормозами, песочницами, сигнальными устройствами, фарами, взрывобезопасным оборудованием.

Правила безопасности требуют, чтобы во вновь разрабатываемых конструкциях шахтных локомотивов были предусмотрены скоростемеры, а также устройства, не допускающие включения локомотива при нахождении машиниста вне кабины. Выпускаемые отечественной промышленностью контактные (К10 и К14) и аккумуляторные (АРП14, АРП28) электровозы уже оборудованы средствами защиты, не допускающими движение без машиниста, и скоростемерами.

Правила безопасности запрещают использовать в работе вагонетки с неисправными пускателями, сцепками, серьгами и тормозами. Кузова вагонеток не должны иметь разрушенных или выгнутых наружу более чем на 50 мм стенок, так как это повышает вероятность соприкосновения людей и крепи с выступающей частью. Чтобы предотвратить травмирование людей при попадании их между вагонетками, последние оборудуют с двух сторон буферами, которые должны выступать не менее

чем на 150 мм. Буферами снабжают также платформы, площадки и другие транспортные средства.

Перевозку людей осуществляют в специальных вагонетках с глухими торцевыми стенами и металлической крышей, имеющей электрическую связь с рельсами. Пассажирские вагонетки оборудуют устройствами для подачи сигналов машинисту локомотива и сиденьями для людей. Сигнальные устройства располагают в легкодоступных для пассажиров местах.

В порядке исключения, по согласованию с управлением округа Госгортехнадзора РФ, допускается с разрешения технического директора производственного объединения или главного инженера комбината (треста) при использовании аккумуляторных электровозов перевозка людей поездами, состоящими из обычных вагонеток со съёмными сиденьями. Вагонетки должны иметь глухой кузов. Использование вагонеток с откидными днищами для перевозки людей запрещено. Съёмные сиденья устанавливают таким образом, чтобы голова сидящего человека не выступала за габариты локомотива по высоте. Для большей устойчивости сиденья устанавливают так, чтобы они опирались о стенки кузова в начале закругления днища. Скорость движения таких вагонеток из-за отсутствия системы сигнализации не должна превышать 12 км/ч. Допустимая скорость движения составов из специальных пассажирских вагонеток — 20 км/ч.

ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ К ПРОИЗВОДСТВУ РАБОТ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РЕЛЬСОВОГО ТРАНСПОРТА В ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ ВЫРАБОТКАХ

Правила безопасности предъявляют более жесткие требования к перевозке людей при использовании контактных электровозов, так как наличие контактного провода создает условия повышенной опасности.

На время спуска и подъема смены рабочих **к о н т а к т н ы й** **п р о в о д** в околоствольном дворе должен быть отключен на расстоянии не менее 50 м от ствола или на всем расстоянии от ствола до места посадки людей в пассажирские вагонетки. Высота подвески контактного провода на этом участке, где интенсивность передвижения небольшая, допускается не менее 2,2 м от уровня головки рельса.

В местах меньшей интенсивности движения людей (на посадочных площадках в других горных выработках, на погрузочно-разгрузочных площадках, в местах пересечения выработок, в выработках, по которым передвигаются люди) подвеска делается на высоте не менее 2 м от головки рельса.

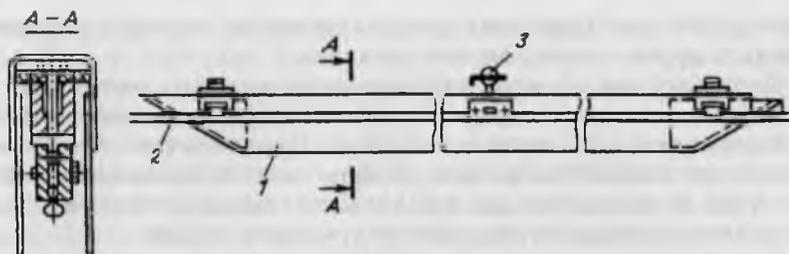


Рис. 6.1. Устройство защитного ограждения контактного провода:
1 — изоляционная щетка; 2 — контактный провод; 3 — тролледержатель

Разрешается подвешивать провод на уровне 1,8 м в том случае, если людей по выработке только перевозят или если в ней имеется ходовое отделение, отшитое от остальной части выработки.

Контактную сеть секционируют выключателями, расстояние между которыми не должно превышать 500 м. Секционные выключатели устанавливают также на всех ответвлениях контактного провода. Это объясняется удобствами обслуживания самой контактной сети, а также возможностью обесточить провод во время выгрузки—погрузки длинномерных материалов.

Контактную сеть снабжают средствами для отключения участков провода в местах погрузки и разгрузки, на пересечениях выработок, в местах посадки людей, а также в местах выхода людей из лав. При отсутствии этих средств провода должны быть ограждены щитами из негорючих изоляционных материалов (рис. 6.1).

На шахтах, где производят электровзрывание, все рельсовые пути, не предназначенные для откатки контактными электровозами (например, в призабойной зоне сооружаемой выработки), электрически изолируют во избежание взрывов зарядов ВВ от блуждающих токов. Длина изолированного участка рельсового пути должна быть больше максимальной длины состава, чтобы не произошла передача тока через состав.

Перед посадкой или высадкой людей из пассажирских поездов контактный провод отключается машинистом локомотива с помощью разъединителей. Подача напряжения на контактный провод допускается только после окончания посадки и подачи сигнала об отпавлении поезда.

В поездах с людьми запрещается перевозка инструментов и других предметов, которые выступают за борт вагонетки, а также легковоспламеняющихся и взрывчатых веществ и едких материалов. Для перевозки инструмента в конце пассажирского поезда могут быть прицеплены одна—две вагонетки.

К пассажирской вагонетке запрещается прицеплять платформы или вагонетки с грузом, выступающим за их габариты. Перевозка лиц, сопровождающих грузы, разрешается только в специальной пассажирской вагонетке, которая располагается сразу за локомотивом. Во время перевозки людей нельзя переносить громоздкие вещи по путям. Ежедневно перед отправлением поезда с людьми лицом надзора внутришахтного транспорта производится осмотр вагонеток, при этом особое внимание уделяется сцепным и сигнальным устройствам, полускаткам и тормозам. Сигнальные и тормозные средства опробуют включением их в работу. Неисправные вагоны на линию не выпускают. Разрешение на перевозку людей записывается в путевой лист машиниста локомотива.

Во время движения локомотив должен находиться в голове состава. Для светового обозначения идущего поезда на последней вагонетке устанавливают светильник с красным светом. В случае передвижения локомотива без вагонеток светильник с красным светом устанавливается на задней части локомотива. Нахождение локомотива в хвосте состава разрешается только при маневровых операциях, выполнять которые можно на участке пути протяженностью не более 300 м, при этом скорость движения не должна превышать 2 м/с. В тупиковых подготовительных выработках, имеющих один путь, разрешается заталкивать состав к забою вперед вагонами на расстояние не более 400 м.

Допускается ручная подкатка вагонеток. Расстояние между ними, обеспечивающее безопасность людей, зависит от угла уклона выработки и составляет 10 м при уклоне до 0,005 и 30 м при уклоне до 0,01. При больших уклонах ручная подкатка опасна и поэтому запрещена.

В случае схода вагонеток с рельсов установку их необходимо осуществлять домкратами или самоставами. Самостав — устройство для установки на рельсы вагонеток (локомотивов) с использованием тягового усилия локомотива или лебедки. Домкраты должны находиться на локомотивах, а также в околоствольных дворах.

Опасно прицеплять непосредственно к локомотиву специальные платформы или вагонетки, нагруженные лесом или оборудованием, выступающим за пределы кузова сверху, так как при резком торможении или сближении вагонеток груз может сместиться и травмировать машиниста. Поэтому платформы или вагонетки с таким грузом должны прицепляться к пустой или груженной обычным грузом вагонетке, расположенной за локомотивом.

Перевозку длинномерного материала осуществляют в специальных вагонетках или на платформах с жесткими сцепками. Последние обеспечивают постоянное расстояние между вагонетками, что предотвращает наезды и смещение материала.

Сцепка или расцепка вагонеток во время движения состава запрещается ввиду большой опасности. Эту операцию следует производить с помощью специальных приспособлений, при этом сцепщик не должен находиться между вагонетками. Запрещается также производить сцепку и расцепку вагонов на расстоянии менее 5 м от опрокидывателей, вентиляционных дверей или других препятствий.

Проталкивание составов осуществляют с помощью толкателей, маневровых лебедок или цепей, которыми обеспечиваются локомотивы.

Управление толкателями, которые, как правило, располагают у опрокидов, осуществляют из пунктов, расположенных в базисных местах (например в нишах), при обязательном наличии блокировки, препятствующей одновременному включению опрокидывателя и толкателя.

Проталкивание составов с помощью маневровых лебедок производят на расстоянии 100 – 200 м, поэтому включающий лебедку может не увидеть людей, находящихся в выработке, и травмировать их канатом или вагонеткой. Во избежание этого все маневровые лебедки оборудуют средствами звуковой сигнализации. Сигнал длительностью не менее 5 с подают перед включением лебедки. С принятыми сигналами должны быть ознакомлены все трудящиеся, работающие на данном участке, а также лица, постоянно передвигающиеся по этим выработкам.

Маневровые лебедки устанавливают либо в нишах, либо в свободных проходах штреков. Свободный проход для людей оставляют между стенкой выработки и лебедкой. Зазор между лебедкой и выступающей кромкой подвижного состава должен быть не меньше 300 мм, место установки должно быть хорошо освещено и ограждено предупредительными знаками.

Канатную откатку, в том числе бесконечную, должны применять в соответствии со специальным проектом. Лебедку устанавливают на прочное основание и надежно крепят. Вокруг лебедки должен быть свободный проход шириной не менее 0,7 м для обслуживающего персонала.

При откатке бесконечным канатом расстояние между вагонетками должно быть не менее 5 м. Конструкция прицепного устройства должна исключать возможность его скольжения по канату.

ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ К ПЕРЕВОЗКЕ РЕЛЬСОВЫМ ТРАНСПОРТОМ В НАКЛОННЫХ ВЫРАБОТКАХ

Перевозка людей и грузов по наклонным выработкам более сложна и опасна по сравнению с перевозкой по горизонтальным выработкам.

Если по одной горизонтальной выработке можно перевозить людей и грузы, то в отдельной наклонной выработке запрещается иметь одновременно средство для спуска и подъема людей и средства для перевозки грузов. При спуске и подъеме людей пассажирскими вагонетками необходимо предусматривать с п е ц и а л ь н ы е л ю д с к и е п о д ъ е м ы, которые должны располагаться в отдельных выработках. Одну подъемную установку для доставки людей и грузов разрешается использовать в порядке исключения, если при этом не производить прицепку вагонеток.

Для перевозки людей по наклонным выработкам используют специальные в а г о н е т к и: при наклоне выработки до 30° головные ВЛН1-10-Г и ВЛН1-15-Г и прицепные ВЛН1-10-П и ВЛН1-15-П; при наклоне выработки до 80° — головные ВНЛЗ-6-Г и прицепные ВНЛЗ-6-П. Головные вагонетки оборудуют устройствами для соединения с тяговым канатом, прицепные — комплектом промежуточных сцепок. Для повышения надежности вагонетки соединяются между собой двойными сцепками. Центральной стержень, сцепки и предохранительные цепи вагонеток для перевозки людей должны иметь 13-кратный запас прочности по отношению к максимальной статической нагрузке. Через пять лет соединительные устройства должны заменяться новыми.

Пассажирские вагонетки имеют металлическую крышу и сплошные торцевые стенки, которые снабжены окнами, защищенными металлической сеткой. У вагонеток, предназначенных для перевозки людей по двухпутным выработкам, проемы со стороны междупутья закрываются.

Перевозку людей специальными вагонетками по наклонным выработкам осуществляют с помощью концевой откатки. В выработках с малыми углами наклона при переменном профиле ($5 - 10^\circ$) допускается перевозка людей с использованием барабанных лебедок или лебедок со шкивами трения с верхним и нижним канатами.

Каждый поезд снабжается надежными и безотказными парашютами (рис. 6.2). Они плавно останавливают его в случае превышения установленной скорости на 25 %, а также при обрыве каната или сцепки. Упоры / внедряются в полотно пути,

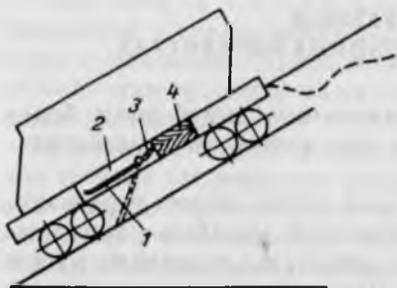


Рис. 6.2. Парашютное устройство пассажирской вагонетки

тормозная каретка 2 останавливается, резцы 3 внедряются в брусья-амортизаторы 4 вагонетки и останавливают ее. Парашюты устанавливают на каждой вагонетке и связывают общей тягой, обеспечивающей одновременность их действия при включении. Во время перевозки людей кондуктор находится в передней части первой вагонетки по ходу поезда, там же расположен ручной

привод парашютных или тормозных устройств.

При уклоне до $0,1$ (угол 6°) допускается применение ручных тормозов. В вагонетках для перевозки людей по наклонным выработкам с углом наклона свыше 50° устройства ручного привода парашютов и обслуживания такого состава кондуктором не требуется.

При навеске вновь вводимых в эксплуатацию пассажирских вагонеток, а затем не реже одного раза в шесть месяцев производят испытания парашютов в соответствии с Инструкцией по испытанию парашютных устройств вагонеток для перевозки людей по наклонным выработкам.

Ежесменно перед началом перевозки людей вагонетки и клетки, служащие для спуска и подъема людей по наклонным выработкам, а также прицепные устройства и запанцировка каната должны осматриваться дежурным слесарем и кондуктором, а парашютные устройства опробоваться включением ручного привода. Кроме того, один раз в сутки лицо, специально выделенное для этой цели, проводит осмотр путей и выработок. Для того чтобы удостовериться в том, что причины, могущие вызвать сход вагонеток с рельсов, отсутствуют, порожние людские вагонетки один раз в сутки пропускаются по выработке и ежесменно — на грузолюдских подъемах.

Каждый поезд или вагонетка, предназначенные для перевозки людей, снабжаются световым сигналом, который размещается на первой вагонетке по направлению движения поезда.

Во избежание схода вагонеток с рельсов и самопроизвольного включения парашютов выработки, по которым производится перевозка людей, должны содержаться в чистоте.

Пребывание людей в наклонных выработках во время движения вагонеток

ток недопустимо, так как это связано с повышенной опасностью травмирования случайно упавшими предметами, сошедшими с рельсов сосудами и т.д. При выполнении ремонтных работ или ликвидации аварии полностью останавливается подъем, вывешиваются сигналы и закрываются стопоры и барьеры. О нахождении людей в уклоне должен быть поставлен в известность горный мастер или бригадир и машинист лебедки. Работа подъема возобновляется только после выхода людей и по личному распоряжению сменного горного мастера или бригадира.

Во время действия подъемных устройств в наклонных выработках вход на площадки, где производится сцепка и расцепка вагонеток, лицам, не участвующим в этой работе, не разрешается.

При откатке по наклонным выработкам вагонетки и составы должны быть снабжены ловителями, препятствующими скатыванию вагонеток вниз при обрыве каната или сцепки (рис. 6.3).

При концевой откатке применяются ловители, устанавливаемые на последней вагонетке. Состав вагонеток снабжается ловителем при движении как вверх, так и вниз.

При откатке бесконечным канатом применяют ловители в грузовых и порожняковых ветвях наклонных выработок.

Схема установки ловителей следующая:

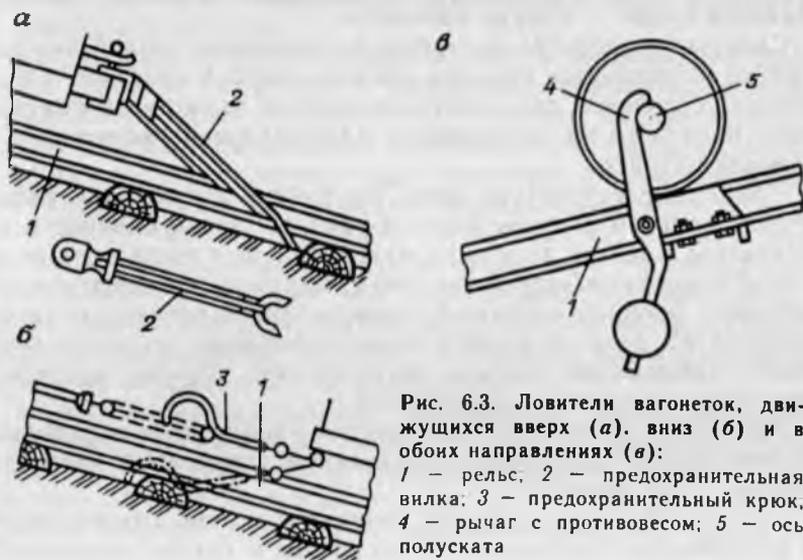


Рис. 6.3. Ловители вагонеток, движущихся вверх (а), вниз (б) и в обоих направлениях (в):

1 — рельс; 2 — предохранительная вилка; 3 — предохранительный крюк, 4 — рычаг с противовесом; 5 — ось полуската

- ниже приемной площадки — первый ловитель на расстоянии 5 м от приемной площадки, второй — на расстоянии 45 м от первого;

- выше нижней и промежуточных приемных площадок — первый ловитель на расстоянии 5 м от приемных площадок, второй — на расстоянии 5 м от первого.

На случай срыва вагонеток при маневрировании приемные площадки и наклонные заезды к ним ограждаются барьерами с автоматическим или дистанционным управлением. Барьеры должны быть постоянно закрыты и открываются только для пропуска грузовых вагонеток. В выработках для перевозки людей установка барьеров недопустима.

Для укрытия работающих в случае необходимости на промежуточных и нижних приемных площадках устраивают иши.

При грузовой откатке бесконечными и концевыми канатами применяют сцепные и прицепные устройства, которые не допускают произвольного расцепления вагонеток. Для сцепки при откатке концевым канатом применяют прицепные серьги (ПС-1 и ПС-2) и клиновые муфты (МП-1 и МП-2), рассчитанные на нагрузку соответственно 30 и 60 кН. Для придания вагонеткам необходимой устойчивости при углах наклона выработки больше 18° при откатке бесконечным канатом обязательно применяют контрцепи. Один конец контрцепи крепят жимками к тяговому канату, а другой с помощью специальной скобы — к торцу вагонетки.

Сцепные устройства вагонеток и прицепные устройства для откатки бесконечным канатом должны иметь 6-кратный, а прицепные устройства при откатке концевым канатом 10-кратный запас прочности по отношению к максимальной расчетной статической нагрузке.

Прицепные устройства типа "баранчик" для откатки бесконечным канатом должны иметь 4-кратный запас прочности относительно предела текучести материала. Все поступающие на шахты прицепные устройства типа "баранчик" подвергают испытаниям пробной нагрузкой, превышающей расчетную статическую в 2,5 раза. У выдержавших испытание устройств остаточная деформация должна отсутствовать. Ремонт устройств этого типа на шахте не допускается.

Прицепные устройства для откатки в наклонных выработках должны иметь маркировку с указанием допустимой нагрузки, номера и года выпуска.

На каждой шахте приказом назначается лицо, ответственное за организацию подъема и спуска людей и грузов, состояние и

осмотр канатов, подъемных машин, прицепных, предохранительных и других устройств.

БЕЗОПАСНОСТЬ ПРИ РАБОТЕ КОНВЕЙЕРНОГО ТРАНСПОРТА

По назначению конвейеры, применяющиеся на подземном транспорте, делятся на грузовые, грузолюдские, людские. По устройству они делятся на ленточные, скребковые, пластинчатые, винтовые, роликовые и инерционные.

Факторы, определяющие возможность возникновения опасных ситуаций на конвейерном транспорте: обрыв ленты, сход ленты, заштыбовка ленты, обрыв тяговой цепи, снятие грузов с конвейера, попадание работающих под движущиеся части, падение при переходе через работающий конвейер.

Выработки, предназначенные для установки ленточных конвейеров (кроме специальных), должны быть прямолинейными на всей длине става конвейера. Выработку необходимо ежемесячно очищать от просыпавшегося угля или породы, а также от посторонних предметов.

Эти меры предотвращают проскальзывание и заклинивание ленты, трение ее о неподвижные предметы и, следовательно, возможность возникновения пожара.

Сход ленты в сторону может произойти при некачественной стыковке, серповидности ленты, загрузке материалов не по центру, неудовлетворительном монтаже конвейерного става (допущена кривизна) и налипании транспортируемого материала на ролики и барабаны.

Центрирование ленты осуществляют регулированием положения концевых барабанов и роликоопор, применением специальных конструкций центрирующих устройств. Загрузочные устройства должны направлять материалы на середину ленты, способствовать поступательному движению загружаемого материала, снижению до минимума вертикальной скорости падения. Высота падения не должна превышать 300 мм, при большей высоте должны быть предусмотрены меры по уменьшению силы удара о ленту, для чего используют отбойные листы и другие средства. Формирование материала на ленте осуществляется ограждающими бортами, расстояние между которыми принимается равным $2/3$ ширины ленты.

Во избежание заштыбовки конвейерные ленты необходимо оборудовать устройствами по очистке лент и барабанов. Очистка лент осуществляется с помощью скребков различной конструкции. Для эффективной очистки устанавливают несколько скребков подряд. Для предупреждения попадания кусков ма-

териала и других предметов между лентой и барабаном на нижней ветви ленты перед хвостовым барабаном устанавливают сбрасыватели.

В выработках с углом наклона более 6° конвейеры должны снабжаться тормозными устройствами для предотвращения самопроизвольного сползания ленты при отключении привода.

Люди могут получить травму при обрыве ленты, поэтому в наклонных выработках с уклоном более 10° конвейеры оборудуют ловителями, в конструкции которых предусмотрено устройство, отключающее привод. Для конвейеров, оснащенных резинокостявыми лентами, дополнительно к ловителям необходимо устанавливать контрольную аппаратуру, которая позволяет своевременно обнаружить дефекты в тросовой основе и предупредить порыв ленты.

На бремсберговых конвейерах при определенных условиях скорость может возрасти за счет сил гравитации. При превышении скорости на 8 % возможно неуправляемое движение ленты вниз. Для предупреждения этого явления применяют датчики превышения скорости.

Реле скорости устанавливают для своевременного отключения конвейера при снижении скорости ленты до 75 % номинальной ее величины за счет пробуксовки, которая может вызвать пожар. Повторное включение конвейера, если причина не устранена, выполнить невозможно из-за блокировки.

Датчики контроля допустимого уровня загрузки устанавливают в местах перегрузки и подключаются к цепям управления приводом конвейера.

Натяжные и приводные головки конвейера ограждают для предотвращения травмирования людей в пространстве между лентой и барабаном.

Запрещаются ремонт, смазка и очистка конвейеров во время их работы. У пункта включения конвейера в этом случае должна быть поставлена предупредительная табличка "Не включать! На конвейере работают люди!"

В местах пересечения выработок, у приводных и натяжных головок конвейера устраивают мостки для перехода людей. Вдоль лестницы мостков и их настила с двух сторон устраивают перила. Высота прохода людей над мостками должна быть не менее 0,8 м, ширина мостков 0,6 м.

Все конвейерные установки оборудуют средствами сигнализации, звуковой сигнал от которых слышен по всей длине конвейера. Продолжительность сигнала 5 с. Кроме того, в целях быстрого отключения конвейера предусматривают устройство, позволяющее это сделать из любой точки по его длине.

Значительное число несчастных случаев происходит во время обслуживания скребковых конвейеров при натяжении цепи с использованием двигателя конвейера или комбайна, срыве и развороте натяжных и приводных головок, расштыбовке нижней ветви конвейера без его остановки и неправильных приемах разгрузки скребкового конвейера. Для его расштыбовки и натяжения цепи необходимо применять приспособления и устройства заводского изготовления, поставляемые вместе с конвейерами.

На газовых шахтах, особенно при послойной выемке угля, наблюдаются опасные скопления метана в подрештаточных ствах скребковых конвейеров. Для предотвращения скопления газов применяют сплошные металлические "поддоны" либо проветривают подрештаточное пространство с помощью сжатого воздуха от компрессора, установленного на свежей струе.

Перевозка людей ленточными конвейерами должна полностью соответствовать Требованиям безопасности при перевозке людей ленточными конвейерами.

Перевозку людей осуществляют на специально сконструированных для этих целей людских и грузолудских конвейерах, позволяющих перевозить людей в обе стороны. Расстояния от несущего полотна ленты до кровли выработки, переходных мостков и других устройств должно быть не менее 1 м. В местах установки площадок это расстояние должно составлять не менее 1,5 м и выдерживаться по длине конвейера не менее 10 м.

Площадки для посадки и схода людей состоят из опорного каркаса, настила, перил и ступенек до почвы выработки. Настил площадки схода располагается ниже, а площадки посадки выше или на одном уровне с лентой. Превышение и понижение площадок не должно превышать 50 мм. Длина площадок посадки не менее 1,5 м, схода — 8 м, ширина площадок 0,7 м. Ролики конвейера у площадок ограждают, чтобы предотвратить соприкосновение с ними людей. Зазор между лентой и площадкой перекрывают.

Максимальный угол наклона выработки для перевозки людей конвейером не должен превышать 18° , скорость движения ленты 3,16 м/с, ширина ленты — не менее 800 мм. Конвейеры для перевозки людей оснащаются следующими средствами безопасности (рис. 6.4):

- устройствами для отключения привода конвейера в случае проезда людьми площадок схода, причем датчик расположен таким образом, чтобы исключалась возможность проезда человека под ним на высоте 300 мм от ленты;

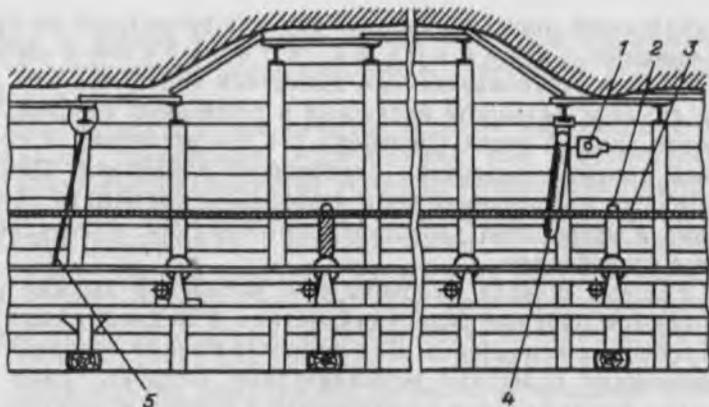


Рис. 6.4. Схема отключающих устройств:

1 — концевой выключатель; 2 — держатель; 3 — аварийный трос; 4 — шток концевового выключателя; 5 — пеньковый канат

- устройством для экстренной остановки привода с любого места конвейера, которое располагается в выработке с неходовой стороны на высоте 200 — 400 мм от ленты;

- устройствами, предупреждающими о подъезде людей к площадке схода, которые выполняются из пеньковых канатов или полос конвейерной ленты, подвешиваемых на специальной раме на расстоянии 8 — 10 м перед площадкой сходам, и конец которых висит над лентой на высоте 300 мм.

На расстоянии 15 м от начала площадки схода устанавливают желтый световой сигнал, над площадкой схода — красный; конвейеры снабжают датчиками бокового схода ленты и устройствами, отключающими конвейер при превышении скорости на 8 %.

Перевозка людей разрешается после приемки конвейера специальной комиссией. Ответственность за безопасность перевозки людей возлагается на начальника участка, в ведении которого находится конвейерная линия, а в смене — на горного мастера, который перед началом смены обязан проверить исправность конвейерных установок. Начальник участка или его помощник обязан не реже одного раза в сутки производить осмотр крепления выработок, зазоров для прохода людей и средств безопасности, которыми оснащен конвейер.

Перевозка людей в течение суток осуществляется по графику, утвержденному главным инженером шахты.

На каждом пункте посадки людей должна быть вывешена инструкция о порядке перевозки и правилах поведения людей с указанием значений сигналов. Световая и звуковая сигнализа-

ция подается при пуске и остановке конвейера. Посадку на ленточный конвейер производят по одному человеку с соблюдением интервала не менее 5 м, а при перевозке людьми инструментов — 10 м. Перевозка инструментов массой не более 20 кг разрешается только в чехлах. Положение людей при перевозке на ленточном конвейере должно быть "лежа на локтях".

При ненормальном движении ленты (сход в сторону, рывки, дергание и т.п.) необходимо остановить конвейер средствами аварийной остановки и сойти с него. При обрыве ленты все люди должны сойти с конвейера.

Новый запуск конвейера можно производить только после устранения неисправностей.

Во избежание несчастных случаев запрещается: посадка и сход вне площадок или когда последние неисправны; проезд на загруженной ленте конвейера; проезд с выключенными индивидуальными светильниками; перевозка горнорабочих, имеющих при себе взрывчатые материалы; перевозка людей на мокрых лентах конвейеров при углах наклона более 10°.

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.

О п а с н о с т ь, 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.

У п р а в л я т ь 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 наклон-

ных транспортных выработках пешеходные дорожки должны быть приподняты или защищены отбойными брусьями, исключаящими 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, устанавливаются 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	Оксид углерода	Оксиды азота в пересчете на N_2O_5	Альдегиды в пересчете на акролеин
Объемная доля, %:			
до газоочистки	0,2	0,05	0,001
после газоочистки	0,08	0,05	—

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 груженных 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 запертым 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.

БЕЗОПАСНОСТЬ ПРИ РАБОТЕ МОНОКАНАТНОГО И МОНОРЕЛЬСОВОГО ТРАНСПОРТА

Моноканатные и монорельсовые установки применяют для транспортирования горной массы, материалов и других грузов

в подземных горных выработках с углом наклона до 30° и поворотами до 90° . Перевозку осуществляют вагонетками, платформами, поддонами и грузовыми тележками. Монорельсовые установки используют для перевозки людей по горизонтальным, а многоканатные — по горизонтальным и наклонным выработкам, если угол наклона не превышает 25° .

С целью предупреждения возможных аварий из-за неисправности того или иного устройства каждая моноканатная и монорельсовая дорога перед пуском в эксплуатацию проходит специальные испытания. С особой тщательностью проводят испытания грузоподъемных и людских установок.

В многоканатных дорогах при обрыве тягового каната улавливание состава вагонеток осуществляют с помощью системы двустороннего действия, срабатывающей также при превышении скорости движения состава на 25 — 30 %. В указанных случаях упоры внедряются в полотно дороги и останавливают движение. Инерция вагонетки гасится с помощью пружин.

Привод моноканатных дорог снабжен двумя тормозами, из которых один рабочий, другой — предохранительный.

С целью повышения безопасности обслуживающего персонала и лиц, пользующихся дорогами, приводные станции и натяжные устройства снабжаются ограждениями. Для выявления возможных неполадок на грузоподъемных моноканатных дорогах ежедневно перед спуском смены, а также после ремонта выработки или оборудования дороги производят пробный рейс без пассажиров.

Перечисленные выше требования в большинстве своем относятся и к монорельсовым дорогам. В последние годы на них наряду с электрическим используют дизельный привод. Монорельсовые дороги с дизельным локомотивом могут использоваться на шахтах, опасных по газу и пыли. Локомотив снабжен системой нейтрализации токсичных продуктов неполного сгорания топлива. Для дожигания оксида углерода, альдегидов, углеводородов и частично сажи используют нейтрализатор с шариковыми алюмоплатиновыми элементами. Дальнейшая очистка от вредных газов и сажи и охлаждение смеси до 70°C осуществляется в жидкостном нейтрализаторе.

Система выпуска газов оборудована пластинчатыми пламегасителями, воздухоочистителями масляно-инерционного типа и ручным приводом для аварийной остановки двигателей при неисправностях топливной системы. Дизелевоз оборудован противопожарной системой, которая состоит из углекислотного огнетушителя, соединенного трубопроводом с форсунками дизеля, выхлопным и всасывающим коллекторами и топливным баком.

Аварийная остановка поезда может быть осуществлена как из кабины машиниста дизельного локомотива, так и из любой людской вагонетки.

БЕЗОПАСНОСТЬ ПРИ РАБОТЕ ПОДЪЕМНЫХ УСТАНОВОК

Подъемные установки служат для перемещения полезного ископаемого и породы, а также различных грузов и людей по наклонным и вертикальным выработкам.

Установки шахтного подъема включают подъемную машину, канаты, подъемные сосуды, направляющие проводники и шкивы.

По назначению установки шахтного подъема подразделяются на главные (для подъема полезного ископаемого и породы), вспомогательные (для подъема и спуска людей и различных грузов), проходческие (для проходки стволов шахт) и инспекторские или аварийные (для ревизии ствола и подъема людей в аварийных случаях).

По типу подъемных сосудов различают клетевые, скиповые и бадьевые установки (подъемы).

Для загрузки подъемных сосудов горной массой служат загрузочные устройства. Разгрузка производится в бункер.

Подъемная машина состоит из органа навивки, тормозной системы, редуктора, электродвигателя, пульта управления.

Основные опасности, связанные с подъемом:

- падение в вертикальных или свободное скатывание в наклонных выработках грузовых и людских подъемных сосудов;
- удары и резкие остановки людских подъемных сосудов;
- падение в выработку перевозимых в сосудах грузов или иных предметов;
- падение людей.

Падение (свободное скатывание) подъемных сосудов происходит при обрыве подъемных канатов или сцепок. Опасность падения сосудов для людей, находящихся в выработке или в падающем сосуде, очевидна.

Удары людских подъемных сосудов о крепь или армировку при несоблюдении установленных зазоров, а также удары и резкие остановки при переподъеме сосуда или напуске каната могут привести к серьезному травмированию людей, находящихся в подъемном сосуде.

Падающие в выработку грузы и предметы опасны для работающих в ней и перевозимых людей. Очевидна также опасность падения людей в выработки при посадке в подъемный сосуд, высадке из него или при его движении.

Меры, обеспечивающие безопасность эксплуатации канатных подъемов, можно разделить на две группы:

- предотвращающие или уменьшающие возможность возникновения перечисленных опасностей;
- предупреждающие травмирование людей в случаях, когда эти опасности все же возникают.

Эти меры реализуются в конструкциях подъемных установок и их элементов путем применения специальных средств защиты, блокировки, автоматизации, сигнализации, осуществления систематического контроля за состоянием установок и их элементов, а также организации безопасной эксплуатации подъемов.

К управлению подъемной машиной допускаются лица старше 18 лет, прошедшие медкомиссию и специальное обучение.

В качестве подъемных сосудов в действующих выработках применяют скипы, клетки, опрокидные клетки, а в период проходки выработок — бадьи.

При проходке шахтных стволов глубиной более 40 м спуск и подъем людей должны быть механизированы. Все вертикальные стволы должны быть оборудованы лестничными отделениями независимо от наличия механического подъема. При проходке, углубке вертикальных выработок и их армировке спуск и подъем людей должны производиться в бадьях. После проходки ствола и 25 м околоствольных выработок, необходимых для размещения укладчика обделки, породопогрузочной машины и шахтной вагонетки, люди должны подниматься и спускаться только в клетях, оборудованных парашютами.

Для проходки вертикальных шахтных стволов глубиной до 40 м допускается применение по специальному проекту производства работ в качестве подъемного средства подъемных кранов с лебедками, имеющими рабочий и предохранительный тормоза с независимым друг от друга включением привода. Вместимость бадьи не должна превышать 1 м³. Спуск и подъем людей в бадье при этом запрещается.

Для спуска и подъема по материальному отделению фурнели элементов обделки, конструкций, оборудования и отдельных вагонеток допускается применение грузоподъемных механизмов с тельферной подвеской, выполненных по проекту.

Применение грузового подъема с тельферной подвеской для спуска и подъема людей по фурнели запрещается.

На каждой подъемной установке должны быть в наличии:

- технические паспорта подъемной машины, редуктора, подвесных и прицепных устройств, подъемных сосудов, парашютов, копровых шкивов, подъемного электродвигателя;

- схемы парашютных устройств с контролируемыми размерами и детали тормозного устройства с указанием основных размеров, схемы исполнительные электрические (принципиальные, монтажные);

- инструкции машиниста подъемной установки, стволового и рюкзачика (на рабочем месте);

- отчеты по результатам годовой и полугодовой ревизии и наладки, а также акты технического осмотра и испытаний подъемной установки, маркшейдерской проверки подъемной установки в соответствии с требованиями настоящих Правил, акты испытания парашютов, акты-сертификаты (заводские) и свидетельства об испытании канатов;

- прошнурованные следующие книги: "Книга записи результатов осмотра ствола", "Книга осмотра подъемной установки", "Книга осмотров подъемных канатов и их расхода", "Книга приема и сдачи смен машинистами подъемной установки".

В каждой организации должна быть разработана и утверждена главным инженером Инструкция по спуску и подъему длинномерных и негабаритных грузов с конкретным указанием последовательности технологических операций, применяемого вспомогательного оборудования и приспособлений.

Проходка стволов, оборудование бадьевого подъема для спуска и подъема людей и грузов должны проводиться при соблюдении следующих условий.

1. Подъемная установка должна быть с постоянным или проходческим копром.

2. Бадьи для спуска и подъема людей должны быть глухими и высотой не менее 1 м. Применять для спуска и подъема людей самопрокидывающиеся бадьи разрешается только при наличии блокировки, обеспечивающей подъем бадьи не выше нижней приемной площадки. Бадьи с открывающимся днищем запрещается применять.

3. При проходке вертикальных стволов запрещается применять для бадьевого подъема раскручивающиеся канаты.

4. Бадьи должны двигаться по направляющим или в специальных отделениях ствола, обшитых досками. 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.

5. Запрещается спуск и подъем людей в бадьях без направляющих рамок и не оборудованных зонтами для предохранения работающих от травмирования случайно упавшими предметами. В отдельных случаях при выполнении аварийных и ремонт-

ных работ в стволе допускается спуск и подъем людей в бадьях без направляющих рамок. При этом скорость движения бадьи по стволу не должна превышать 0,3 м/с, направляющая рамка должна быть надежно закреплена на разгрузочной площадке, а разгрузочные ляды закрыты.

6. При спуске и подъеме в бадьях на одного человека должно приходиться не менее 0,25 м² площади днища.

7. Посадку людей в бадьи и выход из них необходимо производить на нижней приемной площадке со специальных лестниц или по ступенькам бадьи при полной ее остановке и только при закрытых лядах.

8. Посадку людей в бадьи и выход из них производят с откидных площадок, а на полках только тогда, когда борт остановленной бадьи находится на уровне раструба или пола этажа при наличии дверей в раструбе.

9. Запрещается при спуске или подъеме сидеть на краю бадьи, а также производить перевозку людей в грузеной бадье.

10. При спуске и подъеме грузов и людей в бадьях проходческие подъемные установки в случае применения механизированной погрузки породы должны быть оборудованы блокировочными устройствами, исключающими прохождение бадьи через раструб в нижнем полке, когда под раструбом находится погрузочное устройство. Сроки оснащения такими блокировками действующих подъемов должны быть установлены по согласованию с органами Госгортехнадзора.

Скорость при подъеме и спуске грузов в бадьях по направляющим не должна превышать 12 м/с, а в случае подъема и спуска людей в бадьях — 8 м/с. На участке, где отсутствуют направляющие, наибольшая скорость движения бадей не должна превышать 2 м/с для грузов и 0,3 м/с — для людей.

Основными подъемными сосудами на горных предприятиях, при перемещении людей и грузов по вертикальным выработкам, являются клетки.

Клетки, служащие для спуска и подъема людей, имеют 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 для осмотра стопорных устройств. Длинные стороны (бока) клеток должны быть обшиты на полную высоту сплошными металлическими листами. Запрещается иметь в обшивке клетки отверстия против мест расположения проводников. Вдоль длинных сторон клетки устроены поручни.

С коротких (торцевых) сторон клетки находятся двери, предотвращающие возможность выпадения людей. Они должны

открываться внутрь и запираться засовом, расположенным снаружи. Верхняя кромка двери должна быть выше уровня пола клетки не менее чем на 1200 мм, а нижняя — не более чем на 150 мм. Конструкция дверей предусматривает стопорные устройства, не допускающие снятия дверей в закрытом положении. В клетки также устроены стопоры и затворы, обеспечивающие надежное удерживание вагонеток и других видов подвижного состава при движении клетки по стволу. Вновь проектируемые клетки должны иметь подвесные устройства для подъема и спуска крупногабаритного оборудования и длинномерных материалов.

Высота каждого этажа клетки от пола должна быть не менее 1,8 м для свободного перемещения во весь рост.

На одного человека в клетки должно приходиться не менее 0,2 м² площади пола.

Клетки для спуска и подъема людей обеспечены надежно действующими парашютами.

Парашюты испытывают не реже одного раза в шесть месяцев, а ежедневно их осматривает механик участка.

По принципу действия применяющиеся на шахтном подъеме шахтные парашюты могут быть разделены на две группы.

1. Парашюты, у которых улавливание клетки и ее плавное торможение осуществляет один и тот же механизм (узел). К ним относятся парашюты резания типа "Шахтострой" и вновь разработанные парашюты типа ДП, при которых улавливание и торможение клетки осуществляются за счет резания и деформации древесины ствольных направляющих специальными резами.

2. Парашюты, у которых улавливание клетки и ее торможение осуществляют разные механизмы (узлы). К таким парашютам относятся все современные типы парашютов с тормозными канатами (ПТК, МПТ, ПШТ, ПКЛ). Последний тип парашютов является универсальным, так как в зависимости от принятого поперечного сечения тормозных канатов может использоваться при любых концевых нагрузках, в то время как область применения парашютов, улавливающих за жесткие ствольные направляющие, ограничивается прочностью этих направляющих.

Как показывает отечественный и зарубежный опыт эксплуатации многоканатных подъемных установок, одновременный обрыв всех канатов на таких установках невозможен. По этой причине нет необходимости иметь на них парашюты, в отличие от одноканатных подъемных установок.

Чтобы избежать жестких режимов торможения клетей при срабатывании парашютов, а также для того, чтобы предотвратить падение клетки в ствол шахты из-за недостатка силы тор-

можения, определен предел замедления клетки, равный 5 м/с^2 . Это замедление безопасно для человеческого организма.

В качестве грузоподъемных подъемов разрешается применять двухклетевые подъемы, а также одноклетевые, оборудованные противовесом. Канат противовеса должен быть одинаковым с подъемным канатом, а масса противовеса равна массе клетки плюс масса порожней вагонетки. Противовес должен передвигаться в надежных направляющих и должен быть отгорожен от клетевоего отделения перегородкой из рельсов или канатов, если он не оборудован ловителями на случай обрыва каната.

Для обеспечения строго направленного движения и исключения качаний или кручения подъемные сосуды с на б ж е н ы н а п р а в л я ю щ и м и б а ш м а к а м и, которые скользят по п р о в о д н и к а м. Последние являются элементами армировки стволов и могут быть жесткими или эластичными. В качестве жестких проводников применяют рельсы, металлический коробчатый профиль или деревянные брусья, в качестве эластичных — канаты.

Направляющие башмаки на подъемных сосудах могут быть скользящими жесткими или упругими — в виде подпружиненных роликовых опор. Достоинство последних состоит в том, что они находятся в постоянном контакте с проводниками, тогда как по мере износа контактных поверхностей жестких направляющих башмаков скольжения и проводников зазор между ними увеличивается.

Зазоры между направляющими башмаками скольжения подъемного сосуда (противовеса) и проводниками при их установке должны составлять 10 мм на каждую сторону при деревянных проводниках и 5 мм при металлических на базовой отметке. По глубине ствола суммарные зазоры для деревянных проводников должны быть 20 ± 10 мм, для металлических — 10 ± 8 мм.

Башмаки подлежат замене при износе контактных поверхностей более 8 мм на сторону. Суммарный износ проводников и башмаков скольжения на сторону не должен превышать при деревянных проводниках 18 мм, при металлических — 10 мм.

Для устранения возможности ударов подъемных сосудов друг о друга, о крепь и элементы армировки Правила безопасности регламентируют минимальные величины зазоров между выступающими частями подъемных сосудов, крепью и армировкой. Эти величины зависят от вида крепи, вида и расположения армировки, а также износа проводников и направляющих устройств.

Стальные к а н а т ы, применяемые на шахтных подъемных установках, должны отвечать требованиям действующих ГОСТов

или технических условий. В устройствах, служащих для транспортирования людей, должны применяться только канаты марки В, т.е. канаты высокого качества. Качество каната определяется механическими свойствами проволок и указывается в заводском акте-сертификате.

Использование канатов марки II на шахтах не допускается.

При навеске канаты должны иметь 9-кратный запас прочности для людских подъемных установок, 7,5-кратный — для грузозлюдских и 6,5-кратный — для грузовых.

Запас прочности каната определяется как отношение суммарного разрывного усилия всех проволок каната к расчетной статической нагрузке на канат.

Расчетная статическая нагрузка подъемного каната складывается из массы подъемного сосуда с прицепными устройствами, массы максимального груза и массы каната от точки схода со шкива до точки прикрепления к подъемному сосуду, находящемуся на нижней отметке подъема.

Все подъемные канаты людских, грузовых и грузозлюдских подъемных установок, а также канаты для подвески полков, спасательных лестниц и проходческих люлек должны быть перед навеской испытаны на канатно-испытательной станции, зарегистрированной в Госгортехнадзоре.

Для испытания каната отрезают его конец длиной не менее 1,5 м. Для повторных испытаний каната отрезают кусок такой же длины над последним жимком запанцировки.

Подъемные канаты людских и грузозлюдских подъемных установок должны повторно испытываться через каждые шесть месяцев, считая со дня их навески. Повторное испытание подъемных канатов исключительно грузовых подъемных установок допускается производить через 12 месяцев, считая со дня их навески, а затем через каждые шесть месяцев.

Канат должен быть забракован, если при испытании перед навеской суммарная площадь поперечного сечения проволок, не выдержавших испытания на разрыв и перегиб, составляет:

для канатов марки В, служащих для подъема и спуска людей, — 6 %;

для грузовых канатов марки I — 10 %.

Канат должен быть снят и заменен другим, если при повторном испытании окажется, что:

а) запас его прочности ниже 7,5-кратного для людских подъемов, 6-кратного для грузозлюдских подъемов и проходческих люлек, 5-кратного для грузовых, передвижных подъемов, подвесных полков 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 вертикальных стволов глубиной более 600 м, рассчитанные по переменному запасу прочности, распространяется только требование п. б.

Клетки для людских и грузоподъемных подъемов должны иметь две независимые подвески — рабочую и предохранительную. Противовесы одноклетевых подъемов предохранительной подвеской можно не оборудовать. Запас прочности по отношению к расчетной статической нагрузке должен быть:

- для подвесных и прицепных устройств людских и грузоподъемных подъемных установок, а также прицепных устройств и дужек проходческих бадей — не ниже 13-кратного;

- для прицепных устройств грузовых подъемов, подвесных полков и подвесного проходческого оборудования в стволах — не ниже 10-кратного.

При навеске подъемные канаты для вертикальных стволов глубиной более 600 м должны иметь не ниже 5-кратного запаса прочности для людских и грузоподъемных подъемов и не ниже 4,5-кратного — для грузовых.

Стальной проволочный подъемный канат выходит из строя в процессе эксплуатации по причине появления естественного постепенного износа, мгновенных повреждений и скрытых заводских дефектов.

Подавляющая часть отказов приходится на естественные, происходящие постепенно износные отказы, которые появляются через значительный период времени после навески в виде обрывов наружных проволок, утонения каната, большой потери сечения металла проволок от коррозии и механического износа. Для своевременного обнаружения этих износных отказов нет необходимости проверять состояние каната ежедневно и тем более первое время после его навески.

Требование ежедневного осмотра со дня навески канатов направлено на обеспечение своевременной замены их из-за мгновенных повреждений или заводских дефектов. Примерами мгновенных отказов чаще всего являются случаи повреждения каната падающими в ствол предметами. Скрытые заводские дефекты проявляются в первые недели или месяцы эксплуатации, как правило, в виде нарушения конструктивной целостности каната — западание или выпучивание отдельных прядей.

Предельный срок службы канатов подъемных установок, не подвергающихся в процессе эксплуатации испытаниям:

- тормозных и амортизационных канатов парашютов — 4 года;

- канатных проводников, отбойных канатов и канатов для подвески проходческого оборудования — 2 года.

Срок службы указанных канатов может быть продлен решением специальной комиссии до 5 лет по результатам осмотра и инструментального контроля потери сечения металла по всей длине каната через каждые 6 месяцев. Предельный срок службы канатов механических грузчиков (грейферов) — 2 мес. Он не может быть продлен.

Предельный срок эксплуатации прицепных и подвесных устройств всех типов клетевых и скиповых подъемных установок не должен превышать 2 года. Вновь изготовленные цепи и подвесные устройства должны подвергаться заводским испытаниям. Результаты испытаний заносятся в заводской паспорт, прилагаемый к изделию. Подвесные и прицепные устройства должны иметь маркировку с указанием заводского номера и даты изготовления.

Двойную независимую подвеску должны иметь клетки для людских и грузолюдских одноканатных подъемов.

Крепление головных и нижних уравновешивающих канатов к сосудам и противовесам должно осуществляться не менее чем в двух точках.

Каждое подвесное устройство подъемов, служащих для спуска-подъема людей, изготавливается с 13-кратным запасом прочности по отношению к максимальной статической нагрузке.

Нижние уравновешивающие канаты во избежание скручивания в петлю присоединяют к подъемным сосудам через вертлюг. Наиболее целесообразно в качестве уравновешивающих применять малокрутящиеся либо плоские канаты.

Нижний уравновешивающий канат должен быть заменен, если при осмотре окажется, что на каком-либо участке, равном шагу свивки, число оборванных проволок достигает 10 % общего числа проволок. Допускается эксплуатация плоских уравновешивающих канатов с разрушенными в отдельных местах заводскими ушивальниками, если проведена дополнительная прошивка стренг.

На подъемах со шкивами трения предельный срок службы уравновешивающих канатов устанавливается 2 года, а на подъемных машинах с цилиндрическими барабанами — 4 года.

При эксплуатации плоских уравновешивающих канатов может иметь место такое явление, когда обрывы проволок в прядях стренг отсутствуют или еще не достигли норм браковки, а

ушивальник в результате истирания разрушается на отдельных участках по длине каната. В этом случае допускается произвести ремонт плоских канатов путем установки нового ушивальника из тонкого каната, чтобы скрепить стренги.

Ушивальник плоского каната — круглые проволочные канаты или пучок невитых проволок, которым скрепляют между собой отдельные стренги. Вместо ушивальника могут использоваться стальные стержни, имеющие с двух сторон головки.

Износ каната и возникающие в нем напряжения изгиба обратно пропорциональны диаметру органов навивки (барабанов и шкивов), т.е. износ каната и возникающие в нем напряжения изгиба тем выше, чем меньше диаметр органов навивки. Поэтому в Правилах безопасности определено минимально допустимое соотношение между диаметром барабанов и направляющих шкивов подъемных машин и диаметром каната. Нормы установлены, исходя из опыта эксплуатации подъемов, и дифференцированы по видам и назначению подъемных установок (от 20 до 120).

Отношение наименьшего диаметра навивки к диаметру каната, не менее:

- для одноканатных подъемных машин со шкивом трения — 120;

- для многоканатных подъемных машин с отклоняющим шкивом — 95;

- для направляющих шкивов и барабанов подъемных установок на поверхности и многоканатных установок без отклоняющего шкива — 79;

- для направляющих шкивов и барабанов подземных подъемных машин и лебедок, а также для машин и лебедок, используемых на проходке, — 60;

- для передвижных подъемных машин, направляющих шкивов и барабанов лебедок породных отвалов и откаточных лебедок — 50;

- для направляющих шкивов и барабанов проходческих грузовых лебедок, предназначенных для подвески полков, подвесных насосов, трубопроводов, спасательных лестниц, — 20.

Наименьший износ каната и наименьшая вероятность его заклинивания или срыва с барабана обеспечиваются при однослойной навивке каната на барабан, поэтому для всех людских и грузолюдских подъемов (кроме проходческих) допускается лишь однослойная навивка. Двухслойная навивка допускается для грузовых подъемов с машинами, установленными на поверхности, а трехслойная — на отдельных эксплуатационных подъемах и при проходке выра-

боток. При двух- или трехслойной навивке для предотвращения срыва каната реборда барабана должна выступать под верхним слоем на 2,5 диаметра каната. Для снижения износа и вероятности обрыва каната в наиболее опасном месте — при переходе каната с нижнего ряда на верхний — ведут усиленное наблюдение за этим участком и осуществляют передвижку каната на $1/4$ витка через каждые 2 мес.

Для ослабления напряжения каната в месте его прикрепления к барабану на поверхности последнего должно быть не менее трех витков трения при наличии футеровки из фрикционных материалов и не менее пяти витков трения при ее отсутствии. Число витков зависит от величины силы трения каната о футерованные и нефутерованные поверхности. Кроме витков трения, необходимы запасные витки для периодических испытаний каната.

Независимо от числа слоев навивки футеровка барабанов должна иметь канавки для укладки каната в целях уменьшения его износа и предотвращения неравномерной навивки.

Во избежание срыва каната реборды направляющих шкивов должны выступать над канатом не менее чем на 1,5 его диаметра.

В настоящее время для футерования барабанов в большинстве случаев применяют твердые сорта дерева: дуб, бук и др.

Подъемные машины снабжают индикатором, показывающим машинисту положение сосудов в стволе, автоматическим звонком, сигнализирующим о необходимости замедления при проходе сосуда к соответствующей приемной площадке, контрольными приборами, средствами защиты и блокировки.

В каждой подъемной машине должно быть предусмотрено рабочее и предохранительное механическое торможение с независимым друг от друга включением привода. Рабочее торможение используют при нормальном режиме работы подъема, предохранительное — при отключении от нормального режима. Предохранительное торможение подъемной машины должно осуществляться как машинистом, так и автоматически. При включении предохранительного тормоза подъемный двигатель отключается от сети. Всякое размыкание цепи защиты независимо от его длительности должно вызывать предохранительное торможение, действие которого может быть прекращено только машинистом или обслуживающим подъем персоналом. Время срабатывания предохранительного тормоза, т.е. время от момента включения до начала торможения, не должно превышать 0,8 с.

Подъемные машины, предназначенные для перевозки людей, должны иметь электрический привод, работающий в период

замедления в режиме электродинамического торможения. Система электрического торможения в случае нарушения ее схемы должна воздействовать на предохранительный тормоз.

При нормальном режиме работы максимальная скорость подъема и спуска людей определяется проектом, но не должна превышать 12 м/с. Расчетное ускорение должно быть не более 1 м/с², а замедление — не более 0,75 м/с².

К числу аварийных ситуаций, создающих опасность для людей, относится превышение безопасной высоты переподъема.

Высотой переподъема следует считать:

а) для неопрокидных клетей — высоту, на которую может свободно подняться клеть от нормального положения при разгрузке на верхней приемной площадке до соприкосновения верхнего жимка каната с ободом направляющего шкива или отдельных частей клетки с элементами копра;

б) для опрокидных клетей при подъеме и спуске людей — высоту, на которую может подняться клеть от нормального положения при посадке людей до начала поворота платформы клетки, если нет отвода разгрузочных направляющих при подъеме людей; при наличии отвода разгрузочных направляющих высоту переподъема следует считать от верхнего положения при посадке людей, как в п. а;

в) для грузовых подъемов в скипах и опрокидных клетях — высоту, на которую может свободно подняться скип или опрокидная клеть от нормального положения при разгрузке до соприкосновения верхнего жимка каната с ободом направляющего шкива самого скипа или опрокидной клетки, или отдельных их частей с элементами копра;

г) для бадьевого подъема при спуске или подъеме людей — высоту, на которую может свободно подняться бадья от нулевой площадки до соприкосновения верхнего жимка каната или верхней кромки направляющей рамки с ободом направляющего шкива или с выступающими частями металлоконструкции подшивной площадки.

Высота переподъема для подъемных установок при наличии защиты:

- для грузоподъемных клетевых подъемных установок при скорости подъема не выше 3 м/с — не менее 4 м;
- для подъемных установок при скорости подъема выше 3 м/с — не менее 6 м;
- для грузовых подъемных установок при подъеме клетями, скипами и платформами — не менее 2,5 м;
- для бадьевого подъема:

при спуске и подъеме людей — не менее 4 м;

при транспортировке грузов — не менее 2,5 м;

- для грузовой клетевой подъемной установки при строительстве тоннелей мелкого заложения закрытым способом.

при скорости движения до 1 м/с — не менее 1,5 м;

при скорости движения до 2 м/с — не менее 2,5 м.

Для защиты от переподъема и превышения скорости подъемную установку снабжают следующими предохранительными устройствами:

концевым выключателем, установленным на копре и предназначенным для выключения подъемной машины и включения предохранительного тормоза при подъеме сосуда или противовеса на 0,5 м выше уровня приемной площадки;

ограничителем скорости, который обеспечивает отключение подъемной машины и включение предохранительного тормоза в случае, если скорость подхода подъемных сосудов к приемным площадкам при подъеме людей превышает 1 м/с, а при подъеме груза — 1,5 м/с, а также в случае превышения нормальной скорости подъема на 15 %.

Многоканатные подъемные установки снабжают амортизирующими защитными устройствами против переподъема, которые устанавливаются на копре и в зумпфе ствола. Так как при многоканатном подъеме за пределы приемных площадок одновременно входят два сосуда (поднимающийся и опускающийся), то необходимо иметь по два устройства на каждый сосуд — над верхней приемной площадкой и в зумпфе. Эти устройства также включают предохранительное торможение, своевременно останавливающее подъемные сосуды и предотвращающее аварийную ситуацию.

Замедления сосудов, создаваемые амортизаторами предохранительных устройств, должны быть безопасны для человека. При торможении сосудов, движущихся вниз, возникает общая перегрузка организма. Безопасной считается 5-кратная кратковременная перегрузка, т.е. замедление, не превышающее 50 м/с^2 .

При торможении сосудов, движущихся вверх, возникает опасность травмирования людей при отрыве их от пола. Замедление в этом случае не должно превышать 20 м/с^2 .

Для опрокидных клеток рекомендуются концевые выключатели, защищающие установку от переподъема при перевозке людей, бесконтактного типа, так как выключатели с механическим приводом при подъеме груза будут в каждом цикле подъема испытывать удары со стороны подъемного сосуда и быстро выйдут из строя.

Каждая подъемная установка должна быть оборудована следующими исправно действующими предохранительными устройствами:

1) концевым выключателем, установленным на копре для каждого подъемного сосуда и предназначенным для включения предохранительного тормоза при подъеме сосуда (противовеса) на 0,5 м выше уровня верхней приемной площадки (уровня нормального положения для разгрузки скипа), и дублирующим концевым выключателем на указателе глубины подъемной машины;

2) аппаратом, автоматически выключающим установку в случае превышения нормальной скорости на 15 %;

3) ограничителем скорости или регулятором хода, не допускающим подхода подъемного сосуда к нормальному верхнему положению со скоростью выше 1 м/с; это требование обязательно для клетевых подъемных установок с максимальной скоростью движения более 3 м/с;

4) максимальной и нулевой защитами (для электрических подъемных машин), действующими при перегрузке машин и отсутствии напряжения;

5) защитой от зависания подъемных сосудов в разгрузочных кривых;

6) устройством, подающим сигнал стволowому или машинисту подъема при выдергивании тормозных канатов в месте их крепления в зумпфе;

7) блокировкой чрезмерного износа тормозных колодок (сроки оснащения такой блокировкой устанавливаются по согласованию с Госгортехнадзором); это требование не распространяется на грузовые и проходческие лебедки;

8) блокировкой, позволяющей включить двигатель после переподъема сосуда только в направлении ликвидации переподъема;

9) блокировкой, не допускающей снятия предохранительного тормоза, если рукоятка рабочего тормоза не находится в положении "Заторможено", а рукоятка аппарата управления (контролера) — в нулевом положении;

10) блокировкой, обеспечивающей остановку бадьи при проходе ствола за 5 м до подхода ее к закрытой ляде, рабочему полку, при подходе к забою ствола;

11) дуговой блокировкой между контакторами, а также устройством динамического торможения;

12) защитой от провисания струны каната;

13) блокировкой качающихся площадок, посадочных кулаков и ограждающих решеток, включающей сигнал "Стоп" у маши-

ниста при наложенных качающихся площадках, подведенных кулаках и открытых решетках, за исключением решеток гильотинного типа;

14) дублирующим ограничителем скорости, если основной ограничитель не имеет полного самоконтроля (для людских и грузолюдских подъемов); сроки оснащения такими ограничителями скорости устанавливаются по согласованию с Госгортехнадзором.

Максимальная и нулевая защиты, как и большинство видов защиты подъемной установки, должны при срабатывании отключать электродвигатель от сети и накладывать предохранительный тормоз. Все защиты, кроме нулевой, не должны приводить к выключению масляного выключателя, так как если по каким-либо причинам механические тормозные средства не останавливают подъемную установку, машинист должен осуществить ее остановку с помощью электропривода. При этом возможно торможение как в режиме электродинамического торможения, так и в режиме противовключения, и в обоих случаях масляный выключатель должен быть включен. Если защита отключит масляный выключатель, а механические тормоза будут работать неудовлетворительно, машинист должен затратить определенное время на включение масляного выключателя, что в значительной степени снизит надежность своевременного торможения и остановки подъемной установки.

Каждая подъемная установка должна иметь защиту от провисания струны каната и от напуска его в ствол. Первый вид защиты осуществляется на подъемных установках с помощью концевых выключателей, приводимых в действие поперечными тросиками, протянутыми под струной подъемного каната. Защита от напуска каната в ствол предотвращает аварию в случае зависания подъемного сосуда в стволе, когда машинист не заметит, что клеть зависла, а канат напустится на клеть и сорвет ее.

Установки для спуска и подъема людей, за исключением многоканатных с числом канатов четыре и более, оборудуются устройствами (п а р а ш ю т а м и) для улавливания, плавного торможения и остановки клеток и противовесов в аварийных ситуациях (обрыв подъемного каната, подвесного устройства и напуск подъемного каната).

Испытание парашютов производят не реже одного раза в 6 месяцев. Парашютные устройства должны заменяться новыми одновременно с заменой клетки. Парашюты с захватами за тормозные канаты подлежат замене не реже чем через пять лет.

Опыт эксплуатации многоканатных подъемных установок показывает, что одновременный обрыв четырех канатов и более

невозможен, поэтому необходимость в парашютных устройствах на таких установках отсутствует.

Большая роль в безопасной эксплуатации подъемных установок принадлежит системам автоматизации, которые позволяют обеспечивать:

- бесперебойное выполнение операции по подъему груза и соблюдение заданной диаграммы скорости;
- автоматическое отключение и предохранительное торможение подъемной машины при нарушении установленного режима работы;
- самоконтроль системы управления, предотвращающей опасное состояние установки.

Кроме того, автоматизация подъемной установки не допускает:

- включения машины в сторону дальнейшего переподъема, напуска или натяжения каната после аварийной остановки;
- включения машины при отсутствии смазки;
- перехода с ручного управления на автоматическое и обратно без затормаживания машины предохранительным тормозом.

Система автоматизации предусматривает следующие основные виды защит, вызывающие предохранительное торможение машины:

- от чрезмерного износа тормозных колодок, срабатывающую при зазоре между ободом барабана и тормозной колодкой более 2 мм;
- от обратного хода машины, срабатывающую, прежде чем скорость движения сосуда достигнет 1 м/с;
- от увеличения вдвое против расчетного значения периода пуска, замедления или дотягивания;
- от перегрева подшипников подъемной машины и электродвигателя;
- от повреждения электрической цепи или механического привода электрического ограничителя скорости;
- от замыкания на землю в цепях управления.

6.3. ТРЕБОВАНИЯ К ПЕРСОНАЛУ И ОРГАНИЗАЦИИ БЕЗОПАСНОЙ РАБОТЫ ТРАНСПОРТА

Организация безопасной работы подъемных установок предусматривает неукоснительное соблюдение требований Правил безопасности. Правилами регламентируются:

- режимы работы и использования подъемных установок;

- общие требования, предъявляемые к персоналу, обслуживающему подъем;

- регулярные и периодические осмотры элементов и защитных устройств подъемных установок, их испытания и своевременная замена;

- обеспечение сигнализации и связи, а также информации о работе подъема.

На шахтах приказом назначаются лица, ответственные за организацию подъема и спуска людей и грузов, состояние и осмотр канатов, подъемных машин, прицепных, предохранительных и других устройств.

В часы спуска-подъема смены запрещается работа грузовых подъемов, расположенных в этой же выработке. Не допускается спуск и подъем людей в клетях, загруженных полностью или частично грузом, а также перевозка леса, оборудования и инструмента на крышах людских клетей. Запрещается одновременная работа конвейера и подъемной лебедки в наклонной выработке.

Запрещается производить спуск и подъем людей в скипах и грузовых клетях.

Передвижение людей по подъемному отделению наклонных выработок и переход через них разрешаются только во время остановки подъема и лишь при закрытых барьерах, предупреждающих произвольное скатывание подъемных сосудов.

Запрещается во время работы подъемных устройств в наклонных выработках входить на площадки, где производится сцепка и расцепка вагонеток, лицам, не участвующим в этой работе. Наклонные выработки, оборудованные только ленточными конвейерами, могут служить путями сообщения людей при наличии с одной стороны свободного прохода шириной не менее 0,7 м, а с другой — зазора не менее 0,4 м.

Запрещается переход людей через подъемные отделения стволов. Для этого необходимо устраивать специальные обходные выработки либо отшивать проходы от подъемного отделения. Во время работы клетевого подъема на посадочной площадке надшахтного здания должен находиться рукоятчик, а в околоствольных дворах действующих горизонтов — ствольные. При двусторонней посадке и высадке рукоятчики и ствольные должны находиться с двух сторон клетки, а при многоэтажных клетях — на каждой приемной площадке.

При спуске-подъеме людей в бадьях запрещается стоять или сидеть на краю бадьи, а также находиться в грузе бадье.

Машинистами подъемных машин должны назначаться лица, прошедшие специальное обучение, получившие удостоверение и

имеющие стаж работы по обслуживанию подъема не менее одного года. В часы спуска и подъема рабочих, кроме сменного, должен работать второй машинист для наблюдения за процессом подъема и спуска и принятия необходимых мер в случае нарушения нормальной работы машины.

Машинист, принимающий смену, перед началом работы проверяет исправность машины в соответствии с Инструкцией для машинистов шахтных подъемных установок. Производить спуск и подъем людей разрешается после предварительного перегона клетей вхолостую. Результаты проверки подъемной машины заносят в Книгу приемки и сдачи смен.

Ремонт и осмотр ствола можно производить с крыши незагруженной клетки или скипа. При этом люди должны прикрепляться к канату предохранительными поясами и быть защищены от случайно падающих предметов защитными зонтами. Скорость движения подъемного сосуда при осмотре ствола не должен превышать 0,3 м/с.

Ежесменно перед началом перевозки людей по наклонным выработкам подъемные сосуды, прицепные устройства и запанцировка каната осматриваются дежурным слесарем и кондуктором, а парашютные устройства опробуют включением ручного привода.

Ежесуточно пути и выработки на людских наклонных подъемах должны осматриваться ответственным лицом, а порожние вагонетки один раз пропускают по выработке для того, чтобы удостовериться в отсутствии причин, могущих повлечь сход вагонеток с рельсов. На грузолюдских подъемах такую проверку производят ежесменно. Результаты осмотров заносят в Книгу осмотра подъемной установки.

Ежесуточному осмотру и проверке подлежат также подъемные сосуды, канаты, прицепные устройства, направляющие башмаки, проводники, стопоры, кулаки, загрузочные и разгрузочные устройства, копровые шкивы, их футеровки и подшипники, а также все элементы подъемной машины. Такой осмотр проводит механик подъема или специально назначенное лицо.

В сроки, установленные Правилами безопасности, необходимо проверять, испытывать и заменять все элементы подъемной установки. Так, предохранительные тормоза и защитные устройства должны проверяться главным механиком или его помощником не реже одного раза в 15 дней; парашютные устройства необходимо испытывать не реже одного раза в 6 мес, а прицепные устройства проверять при каждой запанцировке каната; железобетонные и металлические копры должны ос-

матриваться комиссией один раз, а деревянные и проходческие два раза в год и т.п.

Ежегодно специализированная наладочная бригада производит ревизию и наладку подъемной установки и контрольные испытания ее в объеме, предусмотренном специальным руководством; электрическая часть и аппаратура автоматизированных подъемных установок подлежат ревизии и наладке через 6 мес.

Через 6 мес после ревизии и наладки каждая эксплуатационная и проходческая подъемные установки подлежат техническому осмотру и испытанию в объеме, предусмотренном специальной инструкцией.

Замену канатов проводников, прицепных устройств, парашютов, шкивов и их футеровок производят при повышении допустимого их износа или предельных сроков службы, оговоренных Правилами безопасности.

Каждая подъемная установка снабжается устройством для подачи сигнала от стволового к рукоятчику и от рукоятчика к машинисту, а также ремонтной сигнализацией, используемой при осмотре ствола.

Людские и грузолюдские вертикальные и наклонные (с углом наклона более 50°) подъемные установки имеют также и резервную электрическую сигнализацию с обособленным питанием.

Схема сигнализации должна предусматривать возможность подачи сигнала "Стоп" с любого горизонта непосредственно машинисту. Каждый непонятный сигнал воспринимается как сигнал "Стоп". Возобновление подъема разрешается только после выяснения машинистом причины неясного сигнала.

Между машинистом подъемной машины и рукоятчиком, а также между рукоятчиком и стволовым должна быть прямая телефонная связь.

Каждый поезд или вагонетка, служащие для перевозки людей, должны иметь световой сигнал на первой вагонетке по ходу поезда.

На людских подъемах с пассажирскими вагонетками в выработках с углом наклона до 50° должна быть предусмотрена подача сигналов машинисту подъема кондуктором из поезда. Если поезд состоит более чем из трех вагонеток, необходимо предусматривать сигнализацию для кондуктора поезда, доступную всем пассажирам, находящимся в вагонетках. У всех посадочных пунктов и в машинном отделении должны быть объявления с указанием расписания подъема и спуска людей, применяемых сигналов, числа людей, одновременно поднимае-

мых и спускаемых в каждом этаже клетки или в каждой вагонетке, всех запрещений или ограничений пользования подъемной установкой.

В качестве типовых применяются следующие основные сигналы.

Световые для обозначения режима работы подъемной установки: "Люди", "Груз", "Негабарит", "Ревизия".

Звуковые для пуска и остановки подъемной машины: один — "Стоп", два — "Вверх", два редких — "Тихо вверх", три редких — "Тихо вниз".

Г л а в а 7

МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВЗРЫВНЫХ РАБОТАХ

7.1. ОПАСНОСТИ, СВЯЗАННЫЕ С РАБОТОЙ СО ВЗРЫВЧАТЫМИ МАТЕРИАЛАМИ

Любое государство мира с развитой промышленностью не может нормально функционировать без широкого использования энергии взрывчатых материалов. В нашей стране энергия взрыва применяется на горнодобывающих предприятиях, в строительстве, при добыче нефти и газа, в лесном хозяйстве, в металлургии, в машиностроении, других отраслях промышленности. Ежегодно на объектах народного хозяйства Российской Федерации используется около 1 млн т взрывчатых веществ.

Вместе с тем, взрывные работы и работы со взрывчатыми материалами всегда относились к опасным технологическим процессам в промышленном производстве, которые при определенных обстоятельствах оказывали негативное воздействие на окружающую среду (ударная воздушная, гидродарная и сейсмическая волны, разлет обломков разрушенного материала, ядовитые газообразные продукты взрыва), включая и человека. В этой связи опасность также представляет эксплуатация железнодорожных тупиков, площадок и других транспортных пунктов для приема разрядных грузов и погрузочно-разгрузочных операций со взрывчатыми материалами, складов взрывчатых материалов (ВМ), комплексов по подготовке взрывчатых веществ заводского изготовления к механизированному заряданию, пунктов по производству взрывчатых веществ, так как на этих объектах при нарушении действующих норм и правил возможны аварийные ситуации, в том числе носящие техногенный характер

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 выпешках 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 лет невелик, а число погибших (%) по конкретной причине колеблется в значительных пределах, что видно из данных, приведенных ниже.

Преждевременные взрывы зарядов взрывчатых веществ:	
всего	25—45
в том числе:	
самовольное изменение способа взрывания, монтажа взрывной	
сети, ликвидации отказов	10—20
механическое воздействие на отказавшие заряды	5—15
неосторожное обращение со средствами инициирования	1—10
нарушение регламентов заряжания скважин, в частности, меха-	
низированной способом	0—10
Несоблюдение требований пылегазового режима при взрывных работах в	
угольных шахтах, в том числе вследствие выполнения взрывов лицами, не	
имеющими на это права, с нарушением регламентированных условий	
применения ВМ	10—40
Нарушение установленного порядка охраны границ опасных зон и до-	
пуска людей в забой после взрывных работ	15—35

При производстве взрывных работ основными опасностями являются следующие.

1. Преждевременные взрывы зарядов взрывчатых веществ (25 — 45 % смертельно травмированных) происходят вследствие грубых нарушений правил безопасности при изготовлении и применении при взрывных работах в карьерах с сульфидсодержащими рудами водосодержащих взрывчатых веществ типа акватол, недостаточного внимания ряда работников предприятий предупреждению, своевременному обнаружению и безопасной ликвидации отказавших скважинных и шпуровых зарядов, грубых нарушений техники и технологии взрывных работ

(проведение работ в грозу на открытых горных разработках, пневмозаряжание скважин в подземных горных выработках). Одной из основных непосредственных причин преждевременных взрывов отказавших зарядов и связанного с этим травматизма продолжает оставаться механическое воздействие ковшей экскаваторов и бурового инструмента на остатки взрывчатых материалов от предыдущих взрывов (забуривание в отказы).

В определенной мере созданию условий, в которых становятся возможными преждевременные взрывы и смертельный травматизм, способствует применение огневого взрывания при взрывных работах в подземных горных выработках (часто исполнители взрывных работ теряют ориентацию во времени и не успевают до взрыва выйти за пределы опасной зоны).

Однако 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 лиц 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 метановоздушных смесей:

- 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 углеспускных 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 за пределы опасной зоны не выводятся, 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 осмотров 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
Земная поверхность:	
всего	25-55
в том числе:	
карьеры, разрезы	15-30
лесные и геофизические профили	0-13
строительные площадки	5-10
прочие места	0-5

Распределение травматизма со смертельным исходом при производстве взрывных работ по профессиям (%) приводится ниже.

Исполнители взрывных работ, в том числе совмещающие профессию взрывника с основной профессией (проходчики-взрывники, горнорабочие очистного забоя-взрывники)	15-30
Горнорабочие очистного забоя, проходчики, бурльщики	25-50
Руководители взрывных работ, лица технического надзора	5-20
Машинисты электромеханических машин, водители автотранспорта, электросварщики, электрослесари	5-15
Прочие	0-5

7.2. ПРИНЦИПЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВЕДЕНИИ ВЗРЫВНЫХ РАБОТ

ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ПРЕДПРИЯТИЯМ, ВЫПОЛНЯЮЩИМ ВЗРЫВНЫЕ РАБОТЫ И ДРУГИЕ РАБОТЫ СО ВЗРЫВЧАТЫМИ МАТЕРИАЛАМИ

В целях обеспечения безопасности взрывных работ и работ с ВМ все должностные лица и исполнители предприятий, организаций и учреждений (независимо от форм собственности), 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, товариществ и т.п.) таких предприятий обязаны соблюдать требования Единых правил безопасности при взрывных работах и других руководящих документов по взрывному делу. Это требование распространяется как на соответствующий персонал действующих, 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:

- установленную разрешительную документацию (лицензию на соответствующие виды деятельности, свидетельства и разрешения на приобретение взрывчатых материалов, разрешения на право производства взрывных работ или работ с ВМ, изготовления взрывчатых веществ (ВВ), хранения и перевозки взрывчатых материалов);
- 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 проведения испытаний промышленных взрывчатых материалов (уничтожения ВМ, непригодных к использованию);
- 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 Госгортехнадзора 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.

ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ И УСЛОВИЯ ПРИМЕНЕНИЯ ВЗРЫВЧАТЫХ МАТЕРИАЛОВ, ОБОРУДОВАНИЯ И ПРИБОРОВ ВЗРЫВНЫХ РАБОТ

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.

Конкретное взрывчатое вещество и изделие на его основе может быть применено только в установленных для него условиях.

По условиям применения промышленные средства инициирования (СИ) и ВВ делятся на предохранительные и непригодные.

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.

ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ТЕХНИКЕ, ТЕХНОЛОГИИ И ОРГАНИЗАЦИИ ВЗРЫВНЫХ РАБОТ

Взрывные работы во всех случаях должны осуществляться под руководством лица технического надзора по письменным нарядам с ознакомлением взрывперсонала под роспись и соответствующим нарядам-путевкам и выполняться только в местах (на объектах), отвечающих требованиям правил и инструкций по безопасности работ.

Без письменных нарядов допускается проводить взрывные работы по ликвидации или предупреждению аварийных ситуаций.

Взрывание зарядов ВВ должны производить по технической документации (по проектам — взрывание скважинных, камерных, котловых зарядов, взрывные работы на строительных объектах и другие специальные взрывные работы; по паспортам — другие взрывные работы, за исключением особо оговоренных Едиными правилами безопасности при взрывных работах случаев). С такими документами лица технического надзора, взрывники, другой персонал, связанный с подготовкой и прове-

дением буровзрывных работ, должны быть ознакомлены под роспись.

Каждое предприятие, ведущее взрывные работы с применением массовых взрывов, должно иметь типовой проект производства буровзрывных работ, являющийся базовым документом для разработки паспортов и проектов, в том числе проектов массовых взрывов, выполняемых в конкретных условиях. На особо крупные массовые взрывы составляются специальные (технические, рабочие и т.п.) проекты.

М а с с о в ы м в з р ы в о м следует считать: на подземных работах — взрыв, при осуществлении которого требуется время для проветривания и возобновления работ на участке (в шахте, руднике) большее, чем это предусмотрено в расчете при повседневной организации работ; на открытых работах — взрыв смонтированных в общую взрывную сеть двух и более скважинных, котловых и камерных зарядов, независимо от протяженности заряжаемой выработки, а также единичных зарядов в выработках протяженностью более 10 м.

Проекты буровзрывных (взрывных) работ подлежат утверждению руководителем предприятия (шахты, рудника, карьера и т.п.) и 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 ВМ; 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. Состав технической документации при производстве массовых взрывов на земной поверхности и в подземных выработках, порядок ее разработки, согласования, утверждения и ввода в действие определяется соответствующими инструкциями, утвержденными Госгортехнадзором России.

Паспорта должны составляться на основании не менее трех опытных взрывов, утверждаться также руководителем шахты (рудника, карьера и т.п.) и включать:

- схему расположения шпуров или наружных зарядов; наименования ВМ; 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 трубок и контрольных трубок (контрольного отрезка огнепро-

водного шнура); схему монтажа взрывной (электровзрывной) сети с указанием величины сопротивления, замедлений; схему и время проветривания забоев;

- величину радиуса опасной зоны;
- указания о местах укрытия взрывника и рабочих на время производства взрывных работ;
- указания о расстановке постов охраны или оцепления, расположения предохранительных устройств, предупредительных и запрещающих знаков, ограждающих доступ в опасную зону и к месту взрыва.

Значительное влияние на обеспечение безопасности взрывных работ оказывает подготовка взрывчатых материалов на складах ВМ перед выдачей взрывникам. Место, время, объем, характер и порядок выполнения такой подготовки установлены Едиными правилами безопасности при взрывных работах в зависимости от принятых техники и технологии взрывных работ.

Перед началом взрывных работ (заряжения) на границах опасной зоны, определенной проектом (в любом случае радиус опасной зоны должен быть не менее минимально допустимого, установленного Едиными правилами безопасности при взрывных работах для данного вида и метода взрывных работ) и обозначенной на местности, должны быть выставлены посты, обеспечивающие ее охрану, а люди, не занятые заряданием, — выведены в безопасные места лицом технического надзора или по его поручению бригадиром (звеньевым). Постовым запрещается поручать работу, не связанную с выполнением прямых обязанностей.

В опасную зону разрешается проход лиц технического надзора предприятия и работников контролирующих органов.

На подземных работах на время заряжения допускается замена постов плакатами с надписями, запрещающими вход в опасную зону. В подземных выработках с исходящей вентиляционной струей воздуха, по которым направляются продукты взрыва, вместо постов устанавливают ограждения с предупредительными надписями. После окончания взрывных работ и полного проветривания выработок указанные ограждения и плакаты снимают.

При подготовке массовых взрывов режим опасной зоны вводится при взрывании с применением электродетонаторов с начала укладки боевиков, а при взрывании с помощью детонирующего шнура — с начала монтажа взрывной сети.

В случае применения при производстве массовых взрывов ВВ группы опасности D (кроме дымного пороха) на период за-

ряжания вместо опасных зон могут устанавливаться запретные зоны, в пределах которых запрещается находиться людям, не связанным с заряданием.

Размеры запретной зоны определяют расчетом и указывают в проекте. На открытых горных работах при длительном (более смены) зарядании в зависимости от горнотехнических условий и организации работ запретная зона должна составлять не менее 20 м. В подземных выработках размеры запретной зоны определяют расчетом по действию ударной воздушной волны от возможного взрыва наибольшего количества ВВ в зарядной машине и в крайней заряжаемой скважине. При этом она должна составлять не менее 50 м.

При производстве взрывных работ обязательна подача звуковых, а в темное время суток, кроме того, и световых сигналов для оповещения людей. Способы, время подачи и назначение сигналов доводят до персонала предприятия, а при производстве взрывных работ на земной поверхности также до сведения населения ближайших жилых массивов. Сигналы должны подаваться взрывником, выполняющим взрывные работы, при массовых взрывах — специально назначенным работником предприятия. Принято подавать сигналы следующих трех видов:

1. "Предупредительный!" — один продолжительный, сигнал подается перед началом зарядания.

2. "Боевой!" — два продолжительных; по этому сигналу производится взрыв.

3. "Отбой!" — три коротких; он означает окончание взрывных работ.

Подача сигналов голосом, а также взрыванием ВМ недопустима.

Допуск людей к месту взрыва после его проведения разрешает лицо технического надзора, осуществляющее непосредственное руководство взрывными работами в данной смене, после того, как им или по его поручению бригадиром (звеньевым) будет установлено совместно со взрывником, что работа в месте взрыва безопасна.

Едиными правилами безопасности при взрывных работах для каждого метода взрывных работ и способа взрывания установлены основные требования по технологии, организации и безопасности, в том числе при подготовке и использовании различных взрывчатых веществ, средств инициирования, оборудования и приборов взрывных работ. При зарядании и монтаже взрывной сети прежде всего необходимо соблюдать установленную технологию выполнения этих операций. Так, поверхность устья подлежащих заряданию нисходящих шпуров, сква-

жин и других выработок, также сами взрывные полости должны быть очищены от буровой мелочи, породы, посторонних предметов; ввод ВВ, особенно патрона-боевика, должен осуществляться без резких толчков с помощью специального забойника, изготовленного из материала, не дающего искр; нельзя допускать пересыпания части заряда буровой мелочью или породой; нельзя выдергивать или тянуть огнепроводный или детонирующий шнур, а также провода электродетонаторов, введенные в боевики; нельзя допускать переломов выходящих из зарядов концов огнепроводного и детонирующего шнура; необходимо принимать меры по защите от влияния на электровзрывную сеть сторонних токов; запрещается пробивать застрявший патрон-боевик; запрещается монтаж электровзрывной сети от источника тока к заряду; необходимо применять в установленных случаях дублирование взрывной сети.

Несоблюдение установленной технологии заряжания, низкое качество монтажа взрывной сети также могут приводить к отказам зарядов. Отказами принято считать заряды взрывчатых материалов, которые не могут быть взорваны по причинам технического характера (неустранимые нарушения взрывной сети и т.д.). Каждый отказ после окончания смены подлежит регистрации в специальном журнале. Любой отказ является потенциальной причиной несчастного случая при случайном или намеренном механическом воздействии на него, в том числе буровым инструментом или ковшом экскаватора. 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. Работа, связанная с ликвидацией отказавших зарядов, во всех случаях должна осуществляться под непосредственным руководством лица технического надзора.

Остатки взрывчатых материалов взрывники по окончании смены обязаны сдать на склад ВМ или в другое установленное место и отчитаться о расходе ВВ и СИ. При этом правильность расхода взрывником взрывчатых материалов по назначению обязан подтвердить своей подписью в наряде-путевке руководитель взрывных работ на смене.

Тара, в которую были упакованы ВМ, может содержать остатки ВВ и СИ. Перевозка или сжигание такой тары представляет опасность. Поэтому Единые правила безопасности при взрывных работах предусматривают ее обязательный осмотр и, при наличии остатков ВМ, очистку.

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПОВЫШЕНИЯ УРОВНЯ БЕЗОПАСНОСТИ ВЗРЫВНЫХ РАБОТ

1. Разработка и широкое применение ВВ и СИ, характеризующихся низкой чувствительностью к механическим, химическим и тепловым воздействиям, нулевым кислородным балансом, стабильностью взрывчатых и физико-химических характеристик, в том числе и изготавливаемых на предприятиях-потребителях; создание современных надежных систем взрывания и контроля.

2. Снижение трудоемкости работ с ВМ путем создания и широкого внедрения средств механизации подготовки ВВ, заряжания и забойки шпуров и скважин.

3. Подготовка высококвалифицированного и дисциплинированного персонала для руководства и выполнения взрывных работ.

4. Создание и широкое использование специализированных грузоподъемных и транспортных средств, предназначенных для выполнения погрузочно-разгрузочных складских операций с ВМ, перевозки ВВ и СИ. Применение для транспортирования и хранения ВМ специальных упаковочных комплектов (контейнеров, ящичных поддонов и др.).

5. Глубокая проработка организационных и технических вопросов безопасности обращения с ВМ на стадии проектирования взрывных работ; создание нормативных и исполнительских документов, содержащих исчерпывающие сведения о порядке и условиях применения ВМ, эксплуатации технических средств и использования взрывных технологий.

6. Соблюдение действующих норм и правил по безопасному выполнению взрывных работ.

Выполнение перечисленных мер должно сопровождаться действенным руководством взрывными работами, а также эффективными ведомственным контролем и государственным надзором за безопасным выполнением взрывных работ, изготовлением, хранением, перевозкой и использованием ВМ на предприятиях, ведущих взрывные работы, оперативной корректировкой Единых правил безопасности при взрывных работах.

7.3. ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ХРАНЕНИИ И ТРАНСПОРТИРОВАНИИ ВЗРЫВЧАТЫХ МАТЕРИАЛОВ

КЛАССИФИКАЦИЯ ВЗРЫВЧАТЫХ МАТЕРИАЛОВ ПО СТЕПЕНИ ОПАСНОСТИ ПРИ ОБРАЩЕНИИ С НИМИ

Безопасность хранения, перевозки и применения взрывчатых материалов в значительной степени обеспечивается установленными классификационными требованиями.

Все промышленные взрывчатые материалы по степени опасности при обращении с ними (хранение, доставка на склады ВМ и места работ, погрузка—разгрузка, использование и т.п.) отнесены к I классу по ГОСТ 19433—88 и разделяются на следующие группы совместимости (опасности):

В — изделия, содержащие инициирующие ВВ (капсюли-детонаторы, электродетонаторы, пиротехнические реле);

С — метательные ВВ и другие дефлагирующие взрывчатые вещества или изделия, содержащие их (пороха, кроме дымного, и т.п.);

Д — вторичные детонирующие ВВ, дымный порох, изделия, содержащие детонирующие ВВ без средств инициирования и метательных зарядов (практически все применяемые на горных предприятиях промышленные ВВ, детонирующий шнур);

Е — изделия, содержащие вторичные детонирующие ВВ, средства инициирования и метательные заряды или без метательного заряда (торпеды, прострелочно-взрывные аппараты и т.д.);

Г — пиротехнические вещества и изделия, содержащие их (огнепроводный шнур, средства его зажигания, пороховые патроны, петарды, фейерверки, сигнальные ракеты и т.п.).

Принадлежность конкретного взрывчатого вещества к тому или иному классу предохранительности или группе совместимости определяется разработчиком (изготовителем).

Для обеспечения сохранности взрывчатых материалов на складах ВМ и местах производства взрывных работ существует строгий учет ВМ по установленным формам (книга прихода и расхода ВМ, книга выдачи и возврата ВМ на складах взрывчатых материалов, наряд-накладная на получение ВМ на складе и наряд-путевка на получение ВМ и производство работ), а также выполняются другие мероприятия (маркировка капсюлей-детонаторов и электродетонаторов, учет нумерованных изделий из ВВ—патронов перед выдачей взрывникам в работу).

Взрывчатые материалы различных групп совместимости, как правило, должны храниться и перевозиться отдельно.

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, автомо-

бильным, реже железнодорожным, воздушным и водным транспортом. Гужевым транспортом, мототранспортом и вьюками ВМ перевозят в незначительных объемах.

Перевозку взрывчатых материалов транспортными средствами МПС, 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 це-

лей, 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^2 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.

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; полуглубленные, 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 (капсюлей-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 временно-го 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.

7.4. 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 изготовления 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 веществ 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 на предприятии возлагается на его руководителя, при подрядном способе ведения работ — на руководителя подрядной организации или назначенного им руководителя производственного подразделения этого предприятия, а на предприятиях не горного профиля — на лицо технического надзора, назначенное руководителем предприятия.

К руководству взрывными работами допускаются лица, имеющие законченное горнотехническое образование или окончившие специальные учебные заведения или курсы, дающие соответствующее право и, кроме того, получившие Единую книжку взрывника (мастера-взрывника). При этом, например, на должность начальника (заместителя начальника) участка взрывных работ на шахтах и подземных рудниках могут назначаться горные инженеры со стажем работы в подземных условиях не менее одного года и горные техники со стажем подзем-

ной работы на угольных и сланцевых шахтах не менее трех лет и на рудниках — не менее двух лет.

Руководители взрывных работ на предприятиях и в организациях и инженерно-технические работники проектных, конструкторских, исследовательских и других учреждений, работающий в области взрывного дела и виновные в нарушении установленного порядка хранения, транспортирования, использования и учета ВМ, несут за это личную ответственность. Выдача руководителями взрывных работ указаний или распоряжений, принуждающих подчиненных нарушать требования нормативных документов по взрывному делу, самовольное возобновление взрывных работ, остановленных органами Госгортехнадзора, а также непринятие мер по устранению нарушений правил по безопасному ведению взрывных работ или обеспечению сохранности ВМ, являются грубейшими проступками. За эти проступки лица, имеющие право руководства взрывными работами, несут дисциплинарную, административную и уголовную ответственность.

К производству взрывных работ на земной поверхности, в подземных выработках шахт и рудников, не опасных по газу или пыли, допускаются взрывники не моложе 20 лет, а в угольных (сланцевых) шахтах, опасных по газу или разрабатывающих пласты, опасные по взрыву пыли, — не моложе 22 лет, не имеющие медицинских противопоказаний, с общим образованием не ниже среднего и соответствующим производственным стажем на открытых, подземных (других) работах.

Взрывные работы в шахтах, опасных по газу или пыли, разрешается вести только мастерам-взрывникам.

В связи со специфическим характером работы взрывники и мастера-взрывники должны проходить обязательные предварительные при поступлении на работу и периодические (один раз в год при работе в подземных условиях и один раз в два года соответственно на земной поверхности) медицинские осмотры, в том числе с участием врача-психиатра.

К профессии взрывника предъявляются квалификационные требования на уровне IV—VI разрядов. Характер работы — от простой и средней сложности (заряжание и взрывание шпуровых, скважинных и других зарядов на земной поверхности и в подземных горных выработках) до сложной (заряжание и взрывание зарядов при проходке стволов шахт и других объектов вблизи действующих ответственных сооружений, в кессонах и т.п.). Знания и умение взрывников и мастеров-взрывников определяются квалификационной характеристикой, видом и характером взрывных работ в соответствующих отраслях промышленности.

Рабочие складов ВМ и пунктов подготовки и изготовления ВВ на предприятиях, ведущих взрывные работы, должны при поступлении на работу и систематически в дальнейшем получать инструктаж по технике безопасности и о свойствах и особенностях материалов, с которыми они обращаются. Всем рабочим, связанным с перевозкой, хранением и использованием ВМ, должны выдаваться инструкции по безопасным методам работы по их профессиям (на стационарных пунктах подготовки и изготовления ВВ обслуживающий персонал с такими инструкциями знакомится под роспись и имеет их на рабочих местах).

Как и руководители взрывных работ, взрывники, персонал складов ВМ и другие рабочие, связанные с изготовлением, перевозкой, переработкой, погрузкой—разгрузкой взрывчатых материалов, несут личную ответственность (дисциплинарную, административную и уголовную) за нарушения правил безопасности, согласно правилам внутреннего трудового распорядка, Единым правилам безопасности при взрывных работах, а также в соответствии с законодательством Российской Федерации.

Глава 8

ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТЬ

8.1. ОПАСНОСТИ, СВЯЗАННЫЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА ШАХТЕ

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.

Э л е к т р о т р а в м а — травма, вызванная действием электрического тока. Опасность поражения человека электрическим током заключается в том, что получаемая в результате электротравма, как правило, носит тяжелый или смертельный характер.

Анализ травматизма на угольных шахтах и рудниках указывает на устойчивую тенденцию повышения тяжести электротравматизма при относительно небольшом 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 – особенностями добычи полезного ископаемого, ограниченность рабочего пространства и затрудненный доступ при осмотрах и ремонтах;

- электрического характера – токи нагрузки, изменения питающего и рабочих напряжений, число коммутационных переключений, токи короткого замыкания (к.з.), 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.

Подземные выработки угольных шахт и рудников относят к особо опасным помещениям, в которых относительная влажность атмосферы достигает 100 %, с наличием агрессивных (кислотных и щелочных) вод, токопроводящей угольной или рудной пыли, различных горючих материалов.

Основная масса подземных электроустановок вследствие непрерывного или периодического подвигания фронта очистных и подготовительных работ относится к категории передвижных. При этом следует учитывать, что эксплуатацию подземных электроустановок осуществляют в условиях ограниченного рабочего пространства и размеров горных выработок, значительного давления пород и возможного обрушения угля, руды и породы, производства взрывных работ, недостаточной освещенности рабочих мест и т.д.

Следует отметить, что наибольшее число электротравм (около 40 %) происходит в летние месяцы, так как в это время увеличивается водоприток в подземные выработки, происходит интенсивное увлажнение изоляции электроустановок и другого электрического оборудования и как следствие возрастают утечки тока на землю.

Анализ причин электротравматизма показывает, что 73,4 % из них явились следствием прикосновения к токоведущим частям электроустановок и 26,6 % – к нетоковедущим частям, оказавшимся под напряжением. Обстоятельства, приведшие к

несчастным случаям, следующие: прикосновение к оголенным проводам и кабелям с нарушенной изоляцией — 9,7 %, прикосновение к контактному проводу — 37,1 %, работа без снятия напряжения — 8,9 %, подача напряжения во время ведения работ — 7,2 %. Практика подтверждает, что 50 % несчастных случаев, вызванных поражением электрическим током, приходится на долю работ по ремонту и обслуживанию электроустановок. Погрузочно-разгрузочные и ремонтные работы в выработках с контактной сетью занимают второе место по опасности и числу поражений током. Наиболее распространенными причинами электротравм в подземных выработках являются преднамеренные отключения, вывод из строя, шунтирование средств защиты, а также отсутствие защиты от утечек в контактных сетях.

В подземных условиях около 80 % всех травм происходит при напряжении до 1000 В, так как его используют наиболее часто. Более 30 % электротравм получают рабочие в откаточных и вентиляционных штреках, уклонах и ортах, т.е. там, где размещены контактные провода, кабельное хозяйство, сети подземного освещения, соединительные муфты и другое электрооборудование, электромашины. Очистные забои и лавы менее опасны в этом отношении.

Основными причинами несчастных случаев, которые происходят с людьми, не связанными непосредственно с работой электрооборудования, являются: эксплуатация неисправного оборудования без защитного заземления и с отключенной защитой от опасных токов утечки на землю, нарушение изоляции кабелей и проводов, ведение работ вблизи неотключенного и неизолированного контактного провода, использование нестандартной обогревательной аппаратуры и др.

Подавляющее большинство электротравм в угольных шахтах явились следствием нарушения действующих правил безопасности и технической эксплуатации, инструкций по правилам безопасности.

Не меньшую опасность, связанную с применением электроэнергии на шахтах, представляют пожары и взрывы, вызванные неисправностью электрооборудования и приводящие к авариям крупных размеров с человеческими жертвами.

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 взрыва пыле- или газовойдушной атмосферы являются два совпадающих во времени фактора: наличие взры-

воопасных газов или пыли в опасной концентрации и источника зажигания достаточной мощности.

Условие 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.

Большая часть экзогенных пожаров в подземных выработках (до 85 %) происходит от электрического тока главным образом в результате короткого замыкания в кабелях или вследствие неисправности электрооборудования.

Пожары и взрывы могут быть обусловлены неправильным выбором электрооборудования по условиям допустимого нагрева или отсутствием в электроустановках аппаратуры контроля по перегрузке и нагреву.

Большое значение имеет предотвращение нагрева из-за высокого переходного сопротивления неудовлетворительно выполненных контактных соединений.

Большое число пожаров вызывается вследствие использования маслонаполненного оборудования: трансформаторов, выключателей, контроллеров и т.д.

Требования безопасного электроснабжения в основном сводятся к исключению опасности возникновения взрывов пылевоздушной, газовоздушной или пылегазовоздушной сред.

Следующим видом опасности при использовании электроэнергии на шахтах является преждевременный взрыв электродетонаторов 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.

Токи, отходящие от рельсовых путей, троллейного провода, утечки из силовых и осветительных электросетей, статические и грозовые разряды и даже радиоволны могут стать причиной преждевременного взрыва электродетонатора со всеми вытекающими последствиями.

Пробой силового кабеля, утечки из электросиловых сетей трехфазного тока могут создавать потенциалы в несколько сот вольт.

Кабели, применяемые в шахтах, представляют собой цилиндрические конденсаторы, электродами которых служат жилы и оболочка кабеля. При протяженных линиях электропередач даже отключенный кабель, питающийся напряжением 3 — 6 кВ, может стать причиной преждевременного взрыва электродетонатора.

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.

8.2. СИСТЕМА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ В ШАХТАХ

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Система электрической защиты в шахтах строится на основе требований Правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок, Правил 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 поражения людей, возникновения пожаров, взрывов газа и пыли от электрического тока, преждевременных взрывов электродетонаторов и аварийных ситуаций бесконтактного электрооборудования.

Причины поражения людей электротоком в шахтах можно разделить на три группы:

1) внезапное появление напряжения на токоведущей части из-за ошибочного включения или замыкания между отключенными токоведущими частями, находящимися под напряжением, а также внезапное появление напряжения на корпусах электрооборудования вследствие пробоя изоляции или случайного прикосновения к корпусу токоведущей части, находящейся под напряжением;

2) случайное прикосновение к токоведущим частям при производстве работ вблизи или непосредственно на них, а также неисправности защитных средств или ошибка электрослесаря, в результате которой он принял токоведущую часть, находящуюся под напряжением, за обесточенную;

3) замыкание токоведущих частей на корпус, неисправности в цепи заземления.

Опасность поражения электротоком в шахтах усугубляется при наличии ряда факторов. Например, высокая влажность приводит к снижению сопротивления изоляции электросетей, изменению ее диэлектрической проницаемости и увеличению емкости гибких шахтных кабелей с резиновой изоляцией. Повышенная температура, в частности в глубоких шахтах, также вызывает ухудшение изоляции электросетей в результате ускоренного ее старения, разрыхления и частичной утраты диэлектрических свойств. Угольная пыль со временем проникает внутрь взрывонепроницаемых оболочек шахтного электрооборудования и создает токопроводящие пути утечки тока, что приводит к замыканию на землю и между фазами. Ограниченность пространства, в частности в забое, и недостаточная освещенность рабочих мест, в которых находится действующее электрооборудование, также повышают вероятность случайного прикосновения человека к токоведущим частям.

Поражение человека электротоком носит вероятностный характер и наступает при совпадении двух факторов: вероятностей того, что при прикосновении к электроустановке человек попал под напряжение и что электроток, проходящий через него, превысил с учетом времени воздействия допустимое значение.

Наибольшим длительно допустимым током, проходящим через человека при случайном прикосновении к токоведущим частям, следует принимать ток не более 6 мА.

Опасность поражения электротоком и его возможная тяжесть зависят прежде всего от номинального напряжения. По напряжению различают электроустановки напряжением до 1000 В (в угольных шахтах до 1140 В) и выше 1000 В.

Организация системы электрической защиты в шахтах объединяет в себе два основных направления.

Первое связано с организационно-техническими мероприятиями на шахтах, направленными на подготовку рабочего места и обучение обслуживающего персонала. Основные этапы этого направления рассмотрены в подразд. "Организационно-технические мероприятия".

Второе направление включает в себя выполнение технических мероприятий, обеспечивающих 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 МЕРОПРИЯТИЯ

Организация работ при обслуживании электрооборудования строго регламентируется соответствующими правилами безопасности и инструкциями для обслуживающего персонала.

Комплекс организационно-технических мероприятий по защите от поражения электротоком охватывает в основном следующие вопросы.

1. Подготовка электротехнического персонала к работе с электроустановками.

2. Оформление работ с электрооборудованием по нарядам или распоряжениям руководителей.

3. Отключение электроустановок.

4. Допуск к работе, порядок ее выполнения, контроль во время выполнения работ.

5. Окончание работ и подготовка электрооборудования к включению в работу.

6. Подача напряжения на электрооборудование и его опробование.

7. Обучение и проверка знаний электротехнического персонала.

Целью организационно-технических мероприятий является подготовка рабочего места для безопасного выполнения операций, а также обеспечение нормальных условий эксплуатации и обслуживания электроустановок. Это достигается правильно организованной службой профилактики (осмотры, ревизии, восстановление или замена вышедших из строя элементов), 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.

ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ИЗОЛЯЦИЯ

Электрическая изоляция является общим (хотя и недостаточным) средством предотвращения всех видов опасности (взрывов, пожаров и поражений людей электротоком).

Состояние изоляции подземных электроустановок является одним из главных факторов, определяющих безопасность эксплуатации электротехнического оборудования.

Физическая сущность изоляции как средства защиты состоит в предотвращении возможности попадания напряжения на нетоковедущие части, создания между токоведущими частями, находящимися под напряжением, и окружающей их средой изолирующего слоя.

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 (для предотвращения пробоя изоляции на корпус, появления открытых электрических разрядов и опасных мест нагрева).

Активное сопротивление относительно земли элементов электроустановок, работающих в шахтах, согласно ПБ должно быть не ниже следующих норм, МОм: электродвигателей угледобывающих и проходческих машин — 0,5; электродвигателей других шахтных машин, осветительных трансформаторов, пусковых агрегатов и ручных сверл — 1,0; пусковой и распределительной аппаратуры, бронированных и гибких кабелей любой длины (на фазу) — 1,0.

Емкость электрической сети переменного тока относительно земли в соответствии с ПБ должна быть не более 1 мкФ на фазу, что соответствует емкостному сопротивлению изоляции 3,18 кОм на фазу.

Сопротивление изоляции электрооборудования и кабелей необходимо измерять перед их включением после монтажа и переноски, аварийного отключения защиты, длительного пребывания в бездействии, если реле утечки не позволяет включить сеть, а для стационарного электрооборудования это сопротивление нужно измерять периодически, не реже одного раза в год.

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 (в рабочем режиме). Последнее осуществляют с помощью реле утечки.

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 осуществляют при помощи реле утечки. Такие реле предназначены прежде всего для предотвращения 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.

Кроме того, при применении реле утечки осуществляется защита от прожога или опасного нагрева взрывонеpronцаемых оболочек токами устойчивой электрической дуги, а также от длительного выбрасывания раскаленных дугой металлических частиц, так как при касании дугой стенок оболочки происходит немедленное защитное отключение сети. Тем самым устраняется возможность нарушения взрывозащитных свойств электрооборудования при дуговом коротком замыкании и предупреждается взрыв рудничной атмосферы.

Таким образом, при возникновении короткого замыкания в сети или взрывонеpronцаемой оболочке реле утечки выполняет роль резервной защиты.

Защитное отключение является эффективным средством обеспечения электробезопасности, поскольку оно срабатывает при наличии любого вида опасности: появлении опасной утечки тока, коротком замыкании в сети, разрушении защитного колпака рудничного светильника, повреждении изоляции кабеля и т.д.

Если защитное отключение во всех практически возможных случаях опережает появление опасности, то его можно назвать опережающим.

Устройства защитного отключения — это автоматическая система, осуществляющая непрерывный контроль за состоянием электробезопасности по отсутствию или наличию в электроустановке (сети) утечки тока, опасной для человека или с точки зрения воспламенения и взрыва, и вырабатывающая в случае возникновения опасной утечки тока команду на отключение 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 (когда отключение еще не наступает, поскольку значение тока утечки меньше уставки срабатывания) контроль сопротивления изоляции и ограничивать токи утечки до допустимых в соответствии с критериями электробезопасности (путем компенсации влияния емкости сети);

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 (прежде всего механических устройств выключателя);

высокое быстродействие.

Общее время отключения сети согласно ПБ не должно превышать 0,2 с. Технически это вполне реализуемо, поскольку полное время срабатывания находящихся в эксплуатации реле утечки не превышает 0,1 с, а полное время срабатывания автоматических выключателей не более 0,07 – 0,1 с.

В соответствии с ГОСТ 22929–78 регламентированы значения сопротивления срабатывания аппарата общесетевой защиты при симметричной трехфазной утечке:

Напряжение сети, В	127	220	380	660	1140
Сопротивление срабатывания аппарата, кОм на фазу, не менее	3,3	10	10	30	60
Сопротивление срабатывания блокировки включения аппарата, кОм на фазу	–	15	30	30	100

В настоящее время для защиты шахтных электросетей применяют различные реле утечки (РУ, АЗАК, УАКИ, БЗП-1А, АЗПБ, РУ-1140 в сетях переменного тока и РУВ-Зар, РКУ-Зар, РУКС-4, РКС, УЗО-2 в комбинированных сетях).

Опережающее защитное отключение. Для повышения энергооборуженности и производительности горных машин и механизмов при разработке крутых пластов, опасных по внезапным выбросам угля и газа, предусматривают планомерную замену их пневмоприводов электроприводами.

Заключение электрических машин и аппаратов во взрывоопасные оболочки, контроль за состоянием изоляции кабельной сети и заземлением электрооборудования, применение искробезопасных цепей управления контроля и сигнализации,

максимальной токовой и газовой защиты — все эти меры повышают безопасность применения электроэнергии в шахте. Однако наиболее уязвимым звеном в системе электрификации шахты, разрабатывающей крутые пласты, являются гибкие силовые кабели, не имеющие достаточной защиты от механических повреждений.

Поскольку значительная часть крутых пластов в Кузнецком бассейне склонна к внезапным выбросам угля и газа и опасна по газу и пыли, то применение электроэнергии на таких шахтах допустимо при выполнении ряда требований безопасности: обеспечения обособленного питания участковой подстанции и других потребителей, находящихся в зоне повышенной опасности; контроля изоляции как во время работы, так и в обесточенном состоянии; контроля за сопротивлением всей цепи заземления; применения системы опережающего защитного отключения и др.

Основным критерием опережающего защитного отключения является время энергетической изоляции места повреждения в кабельной сети от источников питания, которое должно быть меньше времени развития аварии. Из исследований ИГД им. А.А. Скочинского и ВостНИИ установлено, что, если время энергетической изоляции места повреждения не превышает 3,5 мс, то вероятность взрыва метановоздушной среды составит 10^{-3} . Следовательно, для энергоснабжения участка шахты, разрабатывающей крутые пласты, требуется электрооборудование, которое обеспечивает опережающее (еще до возникновения замыкания силовых цепей) отключение потребителей при повреждении изоляции гибких кабелей и предотвращающее таким образом воспламенение взрывоопасной метановоздушной среды.

В последние годы освоен выпуск комплекта взрывозащищенного электрооборудования, позволяющего реализовать систему опережающего защитного отключения. Использование этого комплекта обеспечивает повышение технической производительности машин и механизмов в 2 — 2,5 раза по сравнению с пневмоприводами при обеспечении высокой степени безопасности и надежности в эксплуатации.

ЗАЩИТНОЕ ЗАЗЕМЛЕНИЕ

Каждый проводник сети и землю можно представить как две обкладки конденсатора. При переменном напряжении изменение зарядов конденсаторов вызывает возникновение и прохождение через них емкостных токов, которые в исправной сети

распределены равномерно по длине проводников и в каждом отдельном участке также замыкаются на землю.

Посмотрим, что произойдет, если в одной из фаз, например, в фазе *A* (рис. 8.1) произойдет замыкание на землю, т.е. провод этой фазы будет соединен с землей через малое сопротивление, которое шунтирует сопротивление утечки и емкости.

Под воздействием линейного напряжения через место замыкания и землю будут проходить токи утечки и емкостные токи двух исправных фаз (пути показаны стрелками). Такое замыкание называется **о д н о ф а з н ы м**, а возникший при этом аварийный ток — **т о к о м о д н о ф а з н о г о з а м ы к а н и я**.

Если однофазное замыкание произойдет не непосредственно на землю, а на корпус электрооборудования (двигатель, аппарат и т.п.), то оно будет называться **з а м ы к а н и е м н а к о р п у с**.

Если при этом корпус электрооборудования не имеет связи с землей, то он приобретает потенциал фазы сети и прикосновение к нему равносильно прикосновению к фазе. Тело человека, его обувь, пол, земля, сопротивления утечек и емкостные сопротивления исправных фаз образуют замкнутую цепь. Ток в ней зависит от общего сопротивления цепи и может оказаться весьма опасным или даже смертельным для человека.

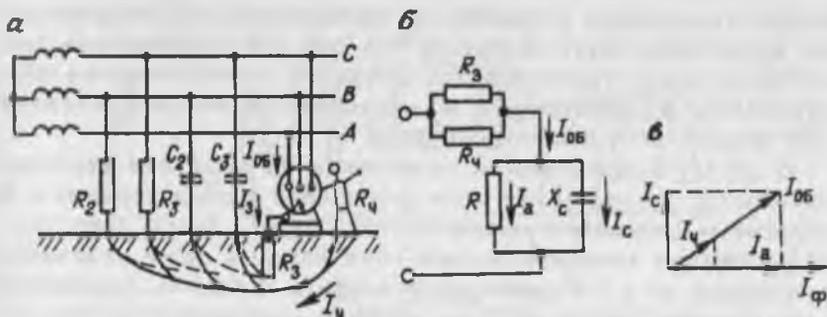


Рис. 8.1. Электрическая схема (а), схема замещения (б) и диаграмма токов (в) в случае прикосновения человека к корпусу, случайно оказавшемуся под напряжением:

R_2, R_3 — соответственно сопротивление изоляции фазы *C* и *B*; C_2, C_3 — соответственно емкость фазы *C* и *B*; I_3 — ток, проходящий через сопротивление заземления; R_3 — сопротивлением изоляции; $I_{об}$ — общий ток, проходящий через пробную обмотку и заземлитель; R_4 — сопротивление тела человека; I_4 — ток, проходящий через тело человека; *C, B, A* — фазы электрической сети; R — результирующее сопротивление изоляции неповрежденных фаз; $I_φ$ — ток, обусловленный активным сопротивлением изоляции неповрежденных фаз; X_C — результирующее емкостное сопротивление неповрежденных фаз; I_C — ток, обусловленный емкостью между неповрежденными фазами; $I_φ$ — ток фазы

Для предотвращения опасности поражения при прикосновении человека к корпусу электрооборудования, который может оказаться под напряжением, используют защитное заземление.

Сущность защитного действия заземления состоит в том, что оно образует дополнительный и с очень малым сопротивлением путь для тока замыкания, параллельный пути через тело человека (см. рис. 8.1, а). Чем меньше сопротивление заземления, тем меньшая часть тока заземления будет протекать через тело человека.

Защитным заземлением, согласно ГОСТ 12.1.009—76, называется преднамеренное соединение с землей или ее эквивалентом металлических нетоковедущих частей электрооборудования, которые могут случайно 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 (например, подземные выработки угольных шахт), 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 (например, при двойном замыкании на землю). Поэтому наряду с заземлением предусматривают защиту в виде реле утечки, контролирующего сопротивление изоляции сети посредством контроля значений токов утечки, срабатывающего при недопустимом снижении сопротивления изоляции и отключающего сеть.

При снижении сопротивления изоляции электросети до значения, близкого к тому, при котором срабатывает реле утечки, в открытой заземляющей сети появляются длительные, в большинстве случаев искробезопасные токи утечки. Токи одно-, двух- и трехфазных замыканий на землю, практически в любых

условиях являющиеся искроопасными, могут протекать в открытой заземляющей сети кратковременно — в течение времени срабатывания реле утечки и отключающего аппарата. В этот период в местах нарушения контактов возможно появление искр, которые могут стать причиной взрыва, если в месте искрения появится метан взрывчатой концентрации.

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 (рис. 8.2), резервирующих друг друга на время осмотра, ремонта одного из них, и общую сеть заземления, к

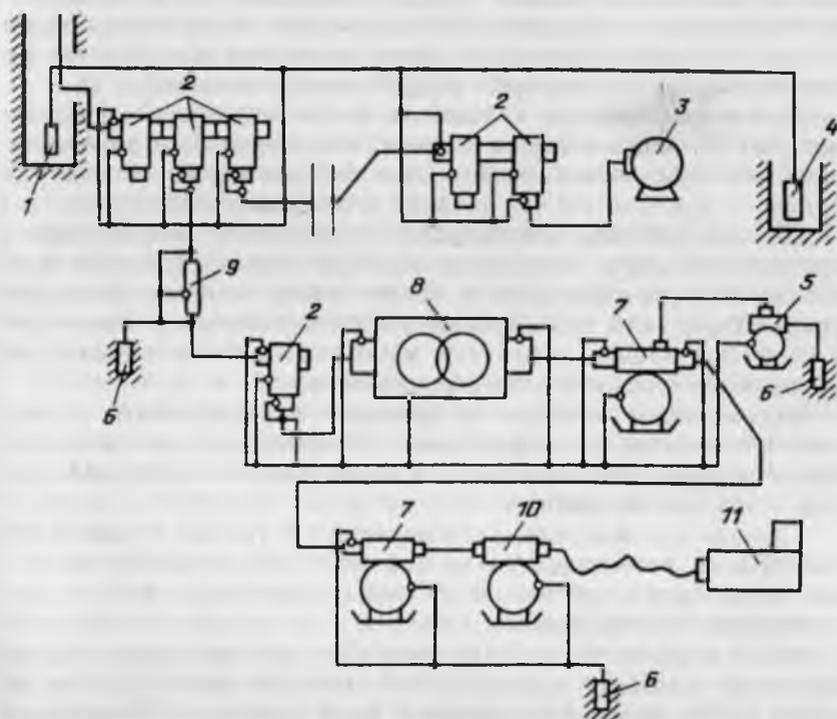


Рис. 8.2. Принципиальная схема заземляющей сети в шахте:

1 и 4 — главные заземлители в зумффе ствола и водосборнике; 2 — высоковольтные КРУ (комплексные распределительные устройства); 3 — электродвигатель; 5 — реле утечки; 6 — местные заземлители; 7 — автоматические выключатели; 8 — трансформаторная подстанция; 9 — кабельная муфта; 10 — пускатель; 11 — местный заземлитель

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 (см. рис. 8.2) независимо от напряжения с присоединением их к главным и местным заземлителям.

Главные заземлители располагают в разных местах (один в зумпфе шахтного ствола, второй в водосборнике главного водоотлива). Местные заземлители устраивают в штрековых водоотводных канавках (в гидрошахтах в качестве заземлителей используют металлические желоба самотечного гидротранспорта).

Корпус каждой соединительной муфты на бронированном кабеле должен иметь свой местный заземлитель и соединяться с общей сетью заземления. Для аппаратов и кабельных муфт телефонной связи используют дополнительные местные заземлители (без подсоединения к общей сети заземления).

При использовании кабелей с заземляющими жилами непрерывная цепь создается посредством соединения заземляющих жил. Если эти кабели имеют металлическую оболочку и броню, то и в этом случае наличие перемычек обязательно.

Для обеспечения надежности и прочности электрических контактов в цепях заземления заземляющие проводники присоединяют к заземлителям и заземляющим шинам с помощью сварки (или, если не позволяют условия, с помощью болтов), а к корпусам машин, аппаратов, муфт — с помощью специально предусмотренных заземляющих зажимов.

Заземляющие контуры и проводники подвешивают в машинных камерах и в выработках с бетонной крепью специальными штырями или скобами, а в выработках с деревянной крепью — стальными скобами.

Главные заземлители, располагаемые в зумпфе ствола и водосборнике, изготавливают из стальной полосы длиной не менее 2,5 м, толщиной не менее 5 мм и площадью поперечного сечения не менее 0,75 м².

Местные заземлители, располагаемые обычно в сточных канавках, выполняют из стальной полосы длиной не менее 2,5 м, толщиной не менее 3 мм и площадью поперечного сечения не менее 0,6 м². Заземлители укладывают в горизонтальном положении в углубленном месте.

Если в этом месте сточные канавки отсутствуют, то в качестве местных заземлителей можно использовать стальные трубы диаметром не менее 30 мм и длиной не менее 1,5 м, встав-

ляемые в предварительно пробуренные в почве шпуров длиной не менее 1,4 м.

При этом стенки трубы должны иметь на разной высоте не менее 20 отверстий диаметром не менее 5 мм. В трубы и промежутки между стенками труб и шпуров забивают смесь из гигроскопических материалов (песка, золы и т.п.). Для поддержания постоянной и достаточной влажности трубу периодически поливают водным раствором поваренной соли.

Поскольку защитное заземление в шахте должно обеспечить безопасность при прикосновении к нетоковедущим частям и металлическим конструкциям, случайно оказавшимся под напряжением, то сопротивление общешахтной сети заземления не должно превосходить предельно допустимого значения по ПБ.

Общее переходное сопротивление общешахтной сети заземления $R_{\text{общ.з}}$ — результирующее сопротивление относительно земли всех параллельно соединенных заземлителей, оборудованных в подземных выработках.

Нормируемую величину $R_{\text{общ.з}}$ выбирают с таким расчетом, чтобы при соприкосновении человека с заземленным металлическим корпусом при протекании между ним и землей тока замыкания на землю напряжение прикосновения не превышало безопасного для человека значения.

Заземление электроустановок постоянного тока, находящихся в непосредственной близости от рельсов, осуществляют путем подсоединения заземляемой конструкции к рельсам, используемым в качестве обратного провода при откатке контактными электровозами.

Заземление металлических оболочек электрооборудования, кабелей и конструкций стационарных электроустановок (трансформаторных, распределительных, преобразовательных подстанций) осуществляют посредством соединения всех заземляемых объектов с местными заземлителями и общешахтной сетью заземления.

В отличие от стационарных электроустановок, в которых корпуса электрооборудования присоединены наружными заземляющими проводами к местным заземлителям и общешахтной сети, передвижные забойные машины, механизмы, аппараты, установленные в забое, и светильники подсоединены к заземляющей сети при помощи заземляющей жилы гибких кабелей, которыми забойное электрооборудование связано с электроблоками распределительного устройства, расположенного в штреке.

В связи с этим отсутствует возможность визуальной проверки наличия и исправности заземления передвижных забойных

машин и электрооборудования без вскрытия кабельных коробов. Этот недостаток компенсируется постоянным автоматическим контролем заземления машин путем включения заземляющей жилы питающих гибких кабелей в цепь управления аппаратом, подающим напряжение на машину и имеющим наружное соединение с местным заземлителем и общешахтной сетью заземления.

При автоматическом контроле заземления корпусов передвижных машин их цепи управления электрически связаны с корпусами машин, что при некоторых условиях (например, при обрыве заземляющей жилы) может вызвать открытое искрение. Поэтому для шахт, опасных по газу и пыли, цепи дистанционного управления выполняют искробезопасными.

Главные заземлители соединяются со сборными шинами общешахтной сети заземления стальными полосами или тросами с площадью поперечного сечения не менее 100 мм^2 , а сам заземляющий контур сети выполняется из стальной полосы с площадью сечения также не менее 100 мм^2 .

Местные заземлители устраивают на подземных подстанциях, в камерах для электромашин, у каждого стационарного или передвижного распределительного пункта, отдельно установленного выключателя или устройства кабельной муфты на бронированном кабеле, а также у отдельно установленных машин.

Если на группу заземляемых объектов устанавливают один заземлитель, то сборные заземляющие проводники выполняют из стали или меди с площадью сечения соответственно не менее 50 мм^2 и 25 мм^2 . Такими же проводниками сборные шины соединяют к местному заземлителю и каждому из заземляемых объектов. При этом последовательное соединение заземляемых объектов к сборным шинам запрещается. В качестве проводников, связывающих главные и местные заземлители, используют стальную броню и свинцовую оболочку бронированных кабелей.

Помимо местного заземления все машины, аппараты, муфты и другие изделия снабжают перемычками из стали (меди) с площадью сечения не менее 50 (25) мм^2 , посредством которых осуществляется непрерывная цепь свинцовой оболочки и стальной брони отдельными отрезками бронированных кабелей.

Напряж е н и е п р и к о с н о в е н и я — напряжение, приложенное непосредственно к телу человека $U_{\text{прик}} = I_{\text{ч}} R_{\text{ч}}$, где $I_{\text{ч}}$ — длительно допустимый безопасный ток (6 мА при частоте 50 Гц); $R_{\text{ч}}$ — сопротивление тела человека (при малых напряжениях принимают равным 7 кОм). После подстановки численных значений получим $U_{\text{прик}} \approx 40 \text{ В}$.

В связи с тем, что с общешахтным заземлением связаны оболочки всех подземных электроустановок как низковольтных, так и высоковольтных, а наибольшие токи замыкания на землю имеются в шахтных сетях высокого напряжения, то $R_{\text{общ}}$ определяют исходя из условия обеспечения безопасности при замыкании на землю в сетях напряжением 3 и 6 кВ, где расчетный ток замыкания на землю $I_{\text{зам}} = 20$ А.

Тогда сопротивление общешахтной сети заземления определяют как

$$R_{\text{общ.з}} = U_{\text{прн}} / I_{\text{зам}} = 2 \text{ Ом.}$$

Контроль защитного заземления. Проверка состояния и правильности выполнения защитного заземления заключается в сравнении конструктивных параметров его элементов (размеры заземлителей, сечения заземляющих проводников и шинопроводов, перемычек на электрооборудовании, обеспечивающих непрерывность цепей заземления, и т.д.) с нормируемыми.

Измерение сопротивления заземления у отдельных заземлителей и электроустановок осуществляют без отсоединения их от общешахтной сети заземления, для того чтобы обеспечить возможность измерения результирующего сопротивления с учетом влияния всех заземлителей и всей системы в целом.

Сопротивление заземления в шахтах с контактной электровазозной откаткой измеряют в местах, удаленных от работающих электровазозов не менее чем на 100 м (в сторону тяговой подстанции), в противном случае блуждающие токи от электровазозов могут существенно исказить результаты измерений. Если это требование выполнить невозможно (например, при измерениях в зоне тяговой подстанции), то измерения необходимо выполнять при неработающих электровазозах или отключенном контактом проводе.

Для измерения сопротивления заземления в угольных шахтах применяют приборы М 1103 в исполнении РН, И и М 416/1 в исполнении РО, И. Они обеспечивают диапазон измерений 0,1 — 10 Ом при основной погрешности ± 5 %.

Периодически, не реже одного раза в три месяца контроль заземления осуществляют специально назначенные лица электротехнического персонала шахты в составе не менее двух человек. При этом тщательно проверяют механическую исправность цепей заземления, прочность контактных соединений и состояние заземлителей. Ослабленные и окисленные поверхности зачищают до блеска, болтовые соединения подтягивают и проверяют на механическую прочность контактов, а заземлители проверяют на надежность заделки в почву. После контроля

и исправления механических дефектов измеряют сопротивление заземления у каждого заземлителя с занесением результатов измерений (после выезда из шахты) в Книгу регистрации состояния электрооборудования и заземления.

Не реже одного раза в шесть месяцев необходимо проверять главные заземлители шахты, расположенные в зумпфе и водосборнике. Эту проверку проводят специально назначенные электротрослесари. Заземлители поочередно извлекают из воды, проверяют их состояние и при необходимости осуществляют текущий ремонт.

При извлеченном заземлителе следует измерить сопротивление заземления и убедиться, что оно не превышает 2 Ом.

Перед проверкой должны быть изготовлены новые заземлители, которые при необходимости могут быть использованы в качестве дополнительных или для замены изношенного заземлителя.

ЗАЩИТА В АВАРИЙНЫХ И ПЕРЕГРУЗОЧНЫХ РЕЖИМАХ

Наиболее тяжелые эксплуатационные режимы работы характерны для электрооборудования забойных машин и механизмов (очистных и проходческих комбайнов, стругов, забойных конвейеров, погрузочных машин). 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 (магнитные пускатели или станции управления) очистных и проходческих комбайнов работают в прерывистом режиме с относительно большой частотой включений, нередко со значительными перегрузками по току из-за необходимости преодоления более твердых включений 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 набросы, нагрузки нередко приводят к опрокидыванию и остановке электродвигателя.

Основные требования к средствам защиты от токов короткого замыкания (к.з.). 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.

Собственное время срабатывания современных устройств максимальной токовой защиты при коэффициенте чувствительности 1,5 не превышает 0,05 – 0,07 с.

3. Обеспечивать отстройку защиты по фактическому пусковому току электропотребителей.

4. Обладать по возможности селективностью токовых отсечек (наличие способности защиты отключать при к.з. только поврежденный участок), что достигается соответствующей отстройкой средств защиты последовательно включенных в низковольтную сеть выключателей и пускателей (станций управления).

С точки зрения обеспечения селективности защиты от токов к.з. целесообразно использовать групповые автоматические выключатели на малые токи уставки для защиты ответвлений с маломощными потребителями, поскольку в этом случае из-за больших различий в уставках срабатывания групповых и общесетевого выключателей будет обеспечиваться надежная защита ответвлений при относительно небольших аварийных токах в них без нарушения работы остальной сети.

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.

В шахтной электроаппаратуре для защиты от токов к.з. применяют плавкие предохранители или устройства максимальной токовой защиты в сочетании с расцепителями различного типа (мгновенного действия или с демпфирующим устройством).

Разработаны блоки максимальной токовой защиты на базе полупроводниковых приборов, предназначенные для встройки в шахтную аппаратуру напряжением до 1140 В. Блоки универсальной максимальной защиты (УМЗ) встраивают в шахтные

пускатели, станции управления и другие аппараты низкого напряжения, а блоки полупроводниковой максимальной защиты (ПМЗ) — в автоматические выключатели новой серии АВ.

Известно, что в процессе эксплуатации под действием рабочих температур происходит постепенное старение изоляции в течение расчетного срока эксплуатации. При нормальном рабочем режиме и температуре нагрева, не превышающей допустимое значение для данного класса, изоляция должна изнашиваться к концу срока службы изделия. Между тем механические и вибрационные воздействия в сочетании с высокой относительной влажностью шахтного воздуха приводят к расслоению изоляции и появлению микротрещин, способствующих проникновению в них пыли и влаги. Вследствие этого происходит снижение электрической прочности изоляции. При этом чем выше тепловые нагрузки, тем больше число трещин, увеличивается их раскрытие, что ведет к сокращению срока службы изоляции.

Из анализа отказов рудничного электрооборудования установлено, что 40 — 55 % отказов в электрических аппаратах и 80 — 93 % отказов в электрических машинах происходит из-за повреждения изоляции.

Особенно тяжелыми тепловыми нагрузками характеризуются электродвигатели забойных машин, поэтому изоляция обмоток их двигателей должна быть тепло-, масло- и влагостойкой, способной выдерживать повышенные перегревы. В последние годы выпускают двигатели для комбайнов, стругов и конвейеров с жесткими секциями обмоток, изоляцией монолит (двигатели ЭКВ) и кремнийорганической (двигатели ЭДКОФ) масло-, влаго- и вибростойкой изоляцией, значительно (в десятки раз) повышающей эксплуатационную надежность и мощность двигателей.

Наибольшее влияние на механические и электрические свойства изоляции оказывают ее перегревы, обусловленные несоответствием фактических режимов работы расчетным, а также нарушением системы охлаждения двигателей или трансформаторов.

Особо опасными в этом отношении являются режимы к.з., когда в течение малых промежутков времени имеют место большие тепловыделения в обмотках, вследствие которых температура нагрева изоляции может достигать недопустимых значений.

Поскольку в условиях эксплуатации режимы работы электродвигателей и трансформаторов не всегда соответствуют расчетным, то перегрузки их обмоток неизбежны в особенности у

двигателей забойных машин. Поэтому актуальной является задача снижения их аварийности путем защиты обмоток от опасного нагрева в перегрузочных и аварийных режимах, а также предотвращения недопустимого нагрева корпуса двигателя, способного вызывать возгорание угольной пыли.

Так как температура нагрева обмоток зависит от значения тока в них, то аппаратура защиты от перегрузки может косвенным образом контролировать нагрев изоляции обмоток. С этой целью в магнитные пускатели общего назначения встраивают тепловые реле, предназначенные для защиты двигателей от перегрузки посредством контроля теплового состояния обмотки статора по величине тока. Теплочувствительным элементом тепловых реле служит биметаллическая пластина, представляющая собой две полоски из металлов с разными коэффициентами линейного расширения. Принцип действия теплового реле заключается в том, что при прохождении тока через биметаллическую пластину обе полоски нагреваются и неодинаково удлиняются. Пластина изгибается и освобождает рычаг механизма реле, которое под действием пружины размыкает свои контакты в силовой цепи. Двигатель отключается.

Очевидно, что чем больше нагрев пластины, тем больше и быстрее она изогнется и тем быстрее сработает тепловое реле.

Для защиты рудничных двигателей используют датчики ТМ-1, ТМ-4, ДТР-3М, в трансформаторных подстанциях БЗП-1А, в магнитных пускателях — блок аналоговой защиты (БАЗ).

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; ограждение щитками и другими приспособлениями открытых токоведущих частей (например, контактного провода в местах пересечения горных выработок, где проходят люди).

Безопасное расстояние, на которое могут подходить люди или можно приближать применяемые ими ин-

струменты, 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. Между машинами и аппаратами в камерах оставляют проходы шириной не менее 0,8 м. Передвижные сухие подстанции, устанавливаемые непосредственно в откаточных выработках, размещают в нишах или уширениях штрека и защищают рядом стоек, связанных между собой на уровне верхнего пояса вагонеток стяжкой из проката.

Для обозначения опасности прикосновения человека к токоведущим частям электрооборудование снабжают предупредительным знаком (с доступной для обозрения стороны).

8.3. ВИДЫ ИСПОЛНЕНИЯ ГОРНОГО ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

Поскольку коммутируемые значения энергии (мощности) в шахтных условиях несоизмеримо 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 сопряжений отдельных их деталей и узлов выполняются такими, что пламя и продукты взрыва, выходя из оболочки наружу, охлаждаются до безопасных температур. Этот вид взрывозащиты называют взрывонепроницаемой 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 °С); высокой относительной влажностью (до 98 % при 35 °С); наличием капежа, взрывоопасной метановоздушной среды, взрывоопасной и горючей угольной пыли, воздействием химических реагентов (кислотные и щелочные воды); стесненностью горных выработок и тяжелыми условиями обслуживания электрооборудования.

Кроме того, в местах канализации электроэнергии находятся различные горючие материалы (уголь, угольная пыль). Это обуславливает потенциальную опасность возникновения взрывов и пожаров при аварийном повреждении электрооборудования.

Наиболее вероятным местом появления опасных концентраций метана является призабойное пространство, где проложены гибкие кабели и находится электрооборудование забойных машин и механизмов.

Поэтому к шахтному электрооборудованию всех уровней взрывозащиты предъявляют такие общие требования, как встраивание электрооборудования в защитную оболочку, имеющую достаточную по условиям эксплуатации механическую прочность, применение защиты от проникновения влаги и пыли внутрь защитной оболочки в количествах, препятствующих нормальной работе электрооборудования, выполнение изоляционных деталей и изоляции электрооборудования из дугостойких, теплостойких и маслостойких изоляционных материалов. Температура наружных частей оболочки при нормальном режиме работы электрооборудования не должна превышать 200 °С. Вводные устройства должны быть рассчитаны на ввод гибких и бронированных кабелей. В электрических аппаратах необходимо применение защитных блокировок, препятствующих открыванию крышек аппаратов при наличии напряжения на токоведущих частях; использование негорючих материалов, устойчивых к механическим ударам и защищенных от воздействия влаги, в определенных случаях от агрессивной среды; выполнение токоведущих частей из стойких к коррозии и обладающих высокой проводимостью материалов (медь, латунь); обеспечение высокой надежности электрических контактов в процессе эксплуатации, надежного защитного заземления электрооборудования, а также быстрого и легкого открывания крышек оболочек электрооборудования, нормальная эксплуатация которого сопряжена с частыми осмотрами и текущими ремонтами; применение автоматических защитных устройств, отключающих напряжение при нарушении нормального режима работы электрооборудования (нарушение изоляции, перегрузка, короткое замыкание и др.).

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ВЗРЫВОНЕПРОНИЦАЕМОСТИ И ИСКРОБЕЗОПАСНОСТИ

Взрывобезопасное исполнение достигается путем заключения электрооборудования в прочную оболочку, обладающую взрывоустойчивостью (т.е. способностью оболочки без повреждений

и деформаций выдерживать максимальное давление, возникающее при образовании мощной электрической дуги короткого замыкания и взрыве наиболее опасной концентрации метано-воздушной смеси внутри оболочки) и взрывонепроницаемостью. Под последним термином понимают такое сопряжение отдельных деталей и узлов (крышки, валы двигателей и т.п.), при котором продукты воспламенения внутри оболочки, а также электрические искры, дуги и пламя, проходя через щелевые зазоры в сопряжениях, охлаждаются настолько, что, выходя наружу, не способны вызвать воспламенения взрывчатой атмосферы шахты.

Размеры щелевых зазоров (длина и ширина щели) взрывобезопасного электрооборудования регламентируются требованиями ГОСТ 22782-81 и ГОСТ 22782.6-81 в зависимости от свободного объема и класса оболочки. Минимальную толщину оболочки устанавливают исходя из вида материала, условий эксплуатации и испытаний этой оболочки на механическую прочность и нагрев при коротком замыкании, но не менее 4 мм (сталь) при свободном объеме оболочки, равном 10^5 см³, и 3 мм (сталь) или 6 мм (чугун) при свободном объеме менее 10^5 см³.

Для оценки способности оболочек выдерживать без разрушения и остаточных деформаций давление взрыва (взрывоустойчивость) их подвергают испытаниям гидравлическим давлением, равным полуторакратному давлению (но не менее $3,5 \cdot 10^5$ Па), которое развивается вследствие воспламенения взрывоопасной смеси.

Искробезопасность электрических цепей обеспечивают исполнением, которое характеризуется тем, что при коммутации цепей с определенными выбранными параметрами либо не возникают разряды (искры), либо они вследствие малой своей энергии не способны воспламенить метановоздушную смесь или вызвать опасный нагрев элементов.

Искробезопасное электрооборудование обеспечивает надежную защиту от взрыва окружающей взрывоопасной среды как в рабочих, так и аварийных режимах, включая режимы короткого замыкания и обрыва внешних линий. Благодаря этому оно находит все более широкое применение в угольных шахтах. Более того, оно не требует заключать аппаратуру во взрывонепроницаемые оболочки и тем самым позволяет снизить размеры, металлоемкость и стоимость электрооборудования.

Однако искробезопасность может быть обеспечена при ограниченной коммутируемой мощности (десятки ватт), поэтому искробезопасное исполнение используют в основном для слабых систем телефонной и радиосвязи, сигнализации, дистанционного управления, автоматизации и телеконтроля.

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 искробразования.

Параметры искробезопасного электрооборудования регламентируются требованиями ГОСТ 22782.5-78.

КЛАССИФИКАЦИЯ И МАРКИРОВКА ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

Электрооборудование, предназначенное для эксплуатации в подземных условиях угольных и сланцевых шахт, изготавливают в соответствии с требованиями ГОСТ 22782.0-81, ГОСТ 22782.6-81 и ГОСТ 22782.5-78.

Взрывозащитные свойства электрооборудования обеспечиваются специальными конструктивными средствами.

В зависимости от уровня взрывозащиты (т.е. специальных конструктивных средств, обеспечивающих невозможность воспламенения окружающей шахтной газопылевоздушной смеси от электрических искр, дуг, пламени и нагретых частей) 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, электрических дуг и нагрева до опасных температур в местах, где они должны отсутствовать при нормальном режиме работы. Такое электрооборудование обеспечивает взрывозащиту только в признанном нормальном режиме его работы;

в) рудничное взрывобезопасное (РВ) электрооборудование, в котором предусмотрены меры защиты от взрыва окружающей газопылевоздушной смеси под воздействием искр, электрических дуг или нагретых поверхностей как при нормальном режиме работы электрооборудования, так и при его признанных вероятных повреждениях, определяемых условиями эксплуатации, кроме повреждений средств взрывозащиты;

г) рудничное электрооборудование особовзрывобезопасное при любых повреждениях (РО), в котором предусмотрены до-

Примеры маркировки взрывозащиты рудничного электрооборудования

Вид защиты	Маркировка взрывозащиты электрооборудования, предназначенного	
	для угольных шахт	на экспорт
Защита вида "е"	РП П	ExeI
Защита вида "с" и взрывонепроницаемая оболочка	РП ПІВ	ExdeI
Взрывонепроницаемая оболочка, подгруппа 3В, искробезопасная электрическая цепь	РВ ЗВИ	ExdII
Взрывонепроницаемая оболочка и кварцевое заполнение, подгруппа 3В	РВ ЗВК	ExdqI

полнительные (к взрывобезопасному) меры взрывозащиты от действия искр или электрических дуг как при нормальном режиме работы, так и в аварийных режимах при неограниченном числе повреждений любых его элементов.

В состав маркировки, помещаемой на корпусе рудничного электрооборудования, входят знак уровня взрывозащиты и знак вида взрывозащиты.

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 (табл. 8.1).

8.4. СРЕДСТВА ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ ОТ ДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА В ШАХТАХ

СРЕДСТВА ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ ОБ ОПАСНОСТИ

Несчастные случаи с лицами, обслуживающими электроустановки, могут происходить по многим причинам, в том числе и вследствие потери ориентировки при осмотрах, ремонтах или испытаниях. Во избежание подобных случаев электроустановки выполняют таким образом, чтобы было легко распознать как сами электроустановки, так и отдельные их элементы. Поэтому все виды электрооборудования обозначают надписями, расцветкой и маркировкой. Для предупреждения об опасности применяют также звуковые, световые и цветные сигнализаторы. Маркировку применяют при наличии большого числа цепей, различных систем тока и напряжения. Это может быть

цифровая, символическая или буквенно-смысловая маркировка. Части оборудования, представляющие опасность для людей, окрашивают в сигнальные цвета и на них наносят знак безопасности. Аварийные выключатели рекомендуют окрашивать в красный цвет. Одноименные фазы во всех электроустановках красят одинаковым цветом. В частности, фазу А окрашивают в желтый, фазу В — в зеленый, а фазу С — в красный цвет. На распределительных устройствах, пультах проставляют их порядковые номера и указывают номер отходящей линии и ее назначение. На пускателях, автоматических выключателях, трансформаторных подстанциях устанавливают таблички с наименованием оборудования, питающего механизма и тока уставки. Кабели маркируют изоляционными бирками с указанием их сечения и длины.

Для безошибочной ориентировки обслуживающего персонала на рукоятках управления, кнопках имеются надписи, указывающие операцию, для которой они предназначены ("Включить", "Отключить").

Для предупреждения об опасности в электроустановках на поверхности и в шахтах служат также предупредительные плакаты или таблички. По назначению они подразделяются на четыре группы: предостерегающие, запрещающие, разрешающие и напоминающие.

Предостерегающие плакаты бывают постоянными и переносными. Постоянные укрепляют на оборудовании. Плакат "Высокое напряжение — опасно для жизни!" вывешивают на сетчатых или сплошных ограждениях или наружных сторонах двери в подземных камерах, где установлено электрооборудование напряжением выше 1000 В. Плакат выполняют на белом фоне черными буквами. Кайма и стрела — ярко-красные.

ЗАЩИТНЫЕ СРЕДСТВА, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В ЭЛЕКТРОУСТАНОВКАХ

Защитными средствами являются приборы, аппараты, приспособления и устройства, служащие для защиты работающего на электроустановках персонала от поражения электрическим током, ожогов электрической дугой, воздействия электрического поля и т.п.

По назначению защитные средства разделяют на следующие группы:

инструмент и приспособления для работы под напряжением (изолирующие штанги для оперативной работы, изолирующие клещи и тяги, захваты, инструмент с изолированными рукоятками);

2) приборы и приспособления для обнаружения напряжения и измерений под напряжением (указатели напряжения для проверки его отсутствия и фазировки, измерительные штанги, токоизмерительные клещи);

3) средства изоляции человека (изолирующие лестницы и площадки, резиновые диэлектрические перчатки, боты, галоши, коврики, изолирующие подставки);

4) переносные заземления и штанги для их наложения;

5) предохраняющие средства (временные ограждения, изолирующие колпаки и накладки, защитные очки, монтажные пояса, каски, предупредительные плакаты и т.п.).

Все изолирующие электротехнические средства делят на основные и дополнительные.

Основными называют такие электротехнические средства, изоляция которых надежно выдерживает рабочее напряжение электроустановок и с помощью которых можно касаться токоведущих частей, находящихся под напряжением.

Дополнительными называют такие электротехнические средства, которые сами по себе не могут при данном напряжении обеспечить безопасность от поражения электротоком. Они являются дополнительной к основным средствам мерой защиты.

Основные электротехнические средства испытывают напряжением, зависящим от рабочего напряжения электроустановки: в шахте оно должно быть не меньше трехкратного линейного напряжения. Их изготавливают из материалов с устойчивой диэлектрической характеристикой.

Дополнительные электротехнические средства испытывают напряжением, не зависящим от напряжения электроустановки, в которой они будут применяться. При этом они должны использоваться в электроустановках, напряжение которых не выше напряжения, указанного на штампе. Классификация защитных средств приведена в табл. 8.2.

Шахтному электротехническому персоналу при проведении работ (переключения, ревизии, осмотры и ремонты) в электроустановках приходится приближаться к токоведущим частям. Для безопасного выполнения указанных видов работ и исключения электротравматизма необходимо применять специальные электротехнические средства, которые можно разделить на изолирующие, защитные, ограждающие и вспомогательные. Изолирующие средства применяют при оперативной работе и проведении измерений; их изготавливают из изоляционных материалов, которые обладают достаточно устойчивыми диэлектрическими свойствами, не меняющимися в процессе эксплуата-

Классификация защитных средств в зависимости от напряжения

Электрозащитные средства	Электрозащитные средства при напряжении электроустановки, В	
	до 1000	свыше 1000
Основные	Изолирующие штанги, изолирующие и измерительные клещи, диэлектрические перчатки, инструмент с изолирующими рукоятками, указатели напряжения	Оперативные и измерительные штанги, изолирующие и токоизмерительные клещи, указатели напряжения, изолирующие устройства и приспособления для ремонтных работ
Дополнительные	Диэлектрические галоши, диэлектрические резиновые коврики, изолирующие подставки	Диэлектрические перчатки и боты, диэлектрические резиновые коврики, изолирующие подставки

тации от внешних воздействий — температуры, света, влажности и т.п.

К защитным средствам индивидуального пользования относят защитные очки, рукавицы, противогазы (самоспасатели), предохранительные пояса, страхующие канаты, а также рабочий инструмент с изолированными рукоятками.

Защитные очки используют при смене предохранителей, резке кабелей и вскрытии кабельных муфт, во время пайки, сварки, варки, переноски мастики и заливки ею кабельных муфт, при работе с электролитом и обслуживании аккумуляторных батарей.

Предохранительные пояса служат для предотвращения падения человека при прокладке, подвеске и ремонте кабельных линий в стволах и других вертикальных и наклонных выработках. Страхующие канаты применяют в случае, когда нельзя использовать предохранительный пояс, причем их применяют только при работах вдали от находящихся под напряжением токоведущих частей. Рукавицы из брезента используют для защиты рук при работах с расплавленным металлом или кабельной мастикой, а также для защиты диэлектрических перчаток от механических повреждений при переноске и подвеске кабелей.

Рукоятки инструментов покрывают нехрупким, влагостойким изоляционным материалом. Покрытие (гладкое или рифленое) сверху должно плотно прилегать к металлической части инструмента. При коротких ручках в конце захвата предусматривают упор. При эксплуатации состояние изоляции инструмента проверяют посредством внешнего осмотра и один

раз в год с помощью испытательного напряжения 2500 В. При износе изоляционного покрытия оно должно быть восстановлено. Для покрытия рукояток инструмента может быть использована полихлорвиниловая трубка. Эту трубку нагревают до 70 – 80 °С и затем надевают на предварительно подготовленную рукоятку.

Глава 9

БЕЗОПАСНОСТЬ ТРУДА НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ КОМПЛЕКСЕ ШАХТНОЙ ПОВЕРХНОСТИ

9.1. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ТЕРРИТОРИИ ШАХТНОЙ ПОВЕРХНОСТИ И ПОМЕЩЕНИЯМ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЗДАНИЙ

Травмы на технологическом комплексе шахтной поверхности составляют 7 – 12 % общего их числа на шахте. Основными травмирующими факторами являются: машины и механизмы рельсового транспорта (включая железнодорожный в пределах территории шахтной поверхности), другие машины и механизмы (в том числе обогатительное оборудование, лебедки и т.д.), конвейеры и электрический ток. Люди травмируются также при падении с высоты, падении разных предметов на людей, сползании пород на породных отвалах, очистке бункеров и ям, а также при пожарах и взрывах в зданиях и сооружениях.

При установке и эксплуатации опрокидов, лебедок, конвейеров и толкателей, а также использовании шахтных локомотивов, вагонеток и содержания рельсовых путей, троллейного провода необходимо выполнять соответствующие требования отраслевых Правил безопасности для шахт, исключая те из них, которые связаны со спецификой подземных горных работ.

Производственные здания и сооружения должны соответствовать требованиям Указаний по определению категорий производств и классов помещений по взрывопожароопасности, Правил пожарной безопасности для промышленных предприятий и Правил устройства электроустановок (ПУЭ), а также утвержденным противопожарным нормам проектирования.

К управлению наиболее сложными и потенциально опасными машинами и агрегатами: конвейерами, опрокидами, подъемными машинами и лебедками, кранами, компрессорами, ва-

куум-насосными станциями, электро- и газосварочными установками, холодильными агрегатами, лебедками на породных отвалах, железнодорожных путях (для передвижения железнодорожных вагонов), угольных и рудных складах, канатными дорогами, установками, содержащими сосуды под давлением, дробильно-сортировочными и обогащительными установками, а также к работе в качестве стволовых (рукоятчиков), дежурных на электростанциях, главных и вспомогательных вентиляционных установках и мотористов лесопильных рам допускаются лица, прошедшие соответствующее обучение и имеющие удостоверение на право управления машиной или установкой.

Промплощадку на шахтной поверхности необходимо устраивать так, чтобы обеспечить:

1) безопасность перехода людей через рельсовые пути, конвейерные линии и монорельсовые или канатные дороги путем устройства мостков или подземных переходов;

2) подъезд к каждому зданию и водоему пожарных машин не менее чем с двух сторон по длине здания с шириной подъезда не менее 6 м и расстоянием от края подъезда до стены здания не более 25 м;

отвод атмосферных и талых вод и предотвращение их попадания в стволы, шурфы и углубленные каналы с трубами и кабелями;

огнестойкость надшахтных зданий и сооружений, так как пожар в них может вызвать не только травмы и потери, но и сопровождаться попаданием продуктов горения в подземные горные выработки и отравлением находящихся в них людей.

Огневые работы в надшахтных зданиях и сооружениях необходимо осуществлять в соответствии с требованиями Инструкции по ведению огневых работ в подземных выработках и надшахтных зданиях.

Для обеспечения успешного тушения пожара на шахтных копрах сухотрубные водопроводы с пожарными кранами, соединительными головками и водораспылительными насадками для орошения шкивов и подшипниковых площадок должны быть в исправном состоянии.

Для безопасности людей, находящихся в помещениях башенных копров при возникновении пожара в копре или стволе, необходимо:

обеспечить самоспасателями людей, постоянно или временно работающих в помещениях копра;

оборудовать громкоговорящую связь между диспетчерской и рабочими этажами копров;

составлять и вывешивать на видных местах в помещениях копров и надшахтных зданий планы эвакуации из этих помещений;

обеспечить надежную герметизацию копров;

не загромождать запасные выходы из помещений.

Башенные копры должны иметь установки автоматического пожаротушения (исправность которых нужно периодически проверять) и лестницы с выходами из них на каждом этаже.

М е р ы п о ж а р н о й б е з о п а с н о с т и на промплощадке шахты следует принимать в соответствии с отраслевой инструкцией по противопожарной защите (охране) шахт. На промплощадке необходимо устроить специальный утепленный противопожарный водоем. Питание его водой должно осуществляться не менее чем из двух независимых источников. Объем воды в водоеме, разводка противопожарных трубопроводов на поверхности, расход воды на наружное пожаротушение, водозаборные сооружения и насосные станции должны удовлетворять требованиям указанной ранее инструкции.

Необходимо систематически проверять наличие воды в водоеме, исправность насосов, пожарных кранов и других средств пожаротушения. Особое внимание нужно уделять противопожарной защите зданий и сооружений, которые примыкают к стволам, подают в шахту свежий воздух, складов лесных материалов, горючих жидкостей и угля. Необходимо также следить, чтобы склады противопожарного оборудования были всегда укомплектованы в соответствии с нормами, установленными Инструкциями по противопожарной защите (охране) шахт.

Состояние противопожарной защиты (охраны) промплощадки шахты следует проверять ежемесячно. При этом нужно осуществлять внешний осмотр и проверку исправности всех средств пожаротушения, опробование действия средств водяного пожаротушения и проверку сроков зарядки огнетушителей, а также выполнение мер противопожарной безопасности при эксплуатации электрооборудования и ленточных конвейеров.

В технологических помещениях нельзя загромождать п р о х о д ы между стенами и оборудованием, так как они необходимы не только при выполнении технологических операций и ремонта оборудования, но и в качестве путей эвакуации людей при авариях. Размер проходов между стенами и подвижным составом должен быть не менее 1 м, а между стенами и машинами — 0,7 м. Все люки нужно перекрывать надежными людами, а площадки и переходы, с которых могут упасть люди, ограждать прочными перилами.

Во время грозы и сильных дождей работа электровозов на поверхности запрещается, так как существует возможность попадания грозового разряда в электровоз или контактный провод. Они должны находиться в помещении в отключенном состоянии.

Около ствол в людских и грузолюдских подъемов со стороны входа в клетки и выхода из них необходимо устроить посадочные площадки, на каждой из которых должно уместиться (из расчета $0,25 \text{ м}^2$ на человека) число людей, в три раза большее, чем помещается в клетки. Эти площадки нельзя загромождать оборудованием и материалами, а также оставлять на них локомотивы, вагонетки и платформы, так как при этом не только уменьшается полезная площадь площадки, но и возникают помехи для эвакуации людей при аварии или передвижения горноспасателей по шахте.

Спуск негабаритных грузов в шахту по стволу — операция сложная и опасная. Размеры и конфигурация помещений, примыкающих к шахтным стволам, по которым осуществляются спуск негабаритного оборудования и длинномерных материалов (рельсов, деревянных стоек, труб и т.д.), должны быть приспособлены для безопасного и удобного спуска указанных объектов в шахту и выдачи из нее и иметь соответствующие приспособления (тали, средства для закрепления и т.д.). Как правило, спуск и подъем оборудования и материалов, которые по габаритам уместятся в клетки, нужно выполнять в специальных вагонетках или на платформах (например, ПМД-600 и ПАК). Те из них, которые не входят в клетки, необходимо спускать (поднимать) по специальной схеме, утверждаемой для каждого вида груза главным инженером шахты. Схемы должны содержать порядок и средства закрепления груза под клетью, безопасные приемы выполнения работ и исключать повреждение крепи и армировки ствола. Масса груза должна быть такой, чтобы запас прочности каната был не менее 6,5. После каждого спуска (подъема) негабаритного груза канат следует осматривать и проверять с помощью приборов. Руководить работами по спуску (подъему) негабаритных грузов должен механик подъемной установки.

Для предотвращения падения людей и вагонеток шахтные стволы, в которых действуют людские или грузолюдские подъемные установки, должны на приемных площадках и в околоствольных дворах ограждаться подвижными автоматически передвигаемыми решетками. Сопряжения таких стволов с примыкающими площадками в надшахтных зданиях нужно оборудовать предохранительными козырьками, защищающими

людей от кусков горных пород, падающих при разгрузке подъемных сосудов, а также от капежа воды с клетей (если ствол обводнен).

Приемные бункеры необходимо оборудовать сигнализацией, срабатывающей при их заполнении, чтобы не допускать разгрузки скипа в заполненный бункер и вследствие этого падения выгружаемого материала в ствол.

Перед каждым опрокидывателем шахтных вагонеток нужно свободно подвешивать габаритную рамку (с внутренними размерами, равными габаритам вагонеток), чтобы исключить попадание в опрокидыватель вагонеток с раздутыми боками, которые застревают в нем, и их извлечение часто сопровождается травмированием людей. Опрокидыватель и участок примыкающих к нему рельсовых путей длиной 5 — 6 м нужно ограждать решеткой, чтобы люди не попадали между вагонами. Необходимо следить за исправностью выключателей, предотвращающих включение опрокидывателя при неполном заталкивании в него вагонетки, так как это вызывает аварию. Рельсовые пути перед опрокидывателем должны иметь контрольсы и противоугонные устройства, препятствующие сходу вагонеток с рельсов. Стопоры и стрелочные переводы должны управляться дистанционно.

Для электро- и газосварочных работ в надшахтном здании или в механической мастерской нужно оборудовать специальные помещения (или участки в обоих помещениях), изолированные от основного помещения несгораемыми стенами или шитом площадью не менее 9 м² и высотой не менее 2 м. Хранение горючих материалов в них запрещается. Помещения или участки должны иметь принудительную вентиляцию и средства пожаротушения. Пол помещения должен быть выполнен из несгораемого материала.

В случае, если на шахтах имеются установки мокрого обогащения и производится сброс хвостов, необходимо осуществлять меры по недопущению внезапных прорывов дамб хвостохранилищ, переполнения последних и падений людей с этих дамб. Мероприятия проводят в соответствии с Типовой инструкцией по эксплуатации хвостовых хозяйств обогатительных фабрик, разработанной Механобром.

Осветительные установки на поверхности шахты должны быть выполнены в соответствии с Правилами устройства электроустановок (ПУЭ). Освещению подлежат все места работ, проходы для людей, приемные площадки у ствола, лестницы и помещения, в которых установлено электрическое или механическое оборудование, автотранспортные и железно-

дорожные пути на территории шахты. Уровни освещенности нужно поддерживать в соответствии со СНиП и Правилами устройства электроустановок.

В надшахтных зданиях, примыкающих к стволам с исходящей струей воздуха, шахт, опасных по газу и пыли, а также в зданиях, примыкающих к стволам, подающим свежую струю воздуха, шахт, опасных по внезапным выбросам горных пород и взрывчатых газов, необходимо использовать шахтные светильники с уровнем взрывозащиты не ниже РВ.

Для предотвращения взрывов газа или пыли при освещении бункеров на шахтах, опасных по метану или взрывам пыли, нужно применять рудничные взрывобезопасные светильники. В конвейерных галереях и местах сортировки на таких шахтах допускается использование светильников в исполнении РП.

Отсутствие необходимой освещенности — одна из причин травмирования. В помещениях подъемных машин и электромеханических мастерских освещение должно быть комбинированным, сочетающим общее освещение всего помещения с местным освещением каждого рабочего места. Во всех технологических помещениях, где при выключении основного освещения работа людей должна продолжаться, необходимо аварийное освещение, обеспечиваемое индивидуальными аккумуляторными светильниками. В зданиях подъемных машин, главных вентиляторов, котельных, дегазационных станций аварийное освещение должно быть стационарным и светильники должны питаться от аккумуляторных батарей или второго ввода электроподстанции. Аварийное освещение в зданиях подъемных машин должно быть полностью или частично включено постоянно и при наличии основного освещения.

Шахтные лампы все пожаро- и взрывоопасны, по степени взрыво- и пожароопасности их относят к категории А, так как при зарядке аккумуляторов выделяется водород, а заливаемый в лампы бензин легко воспламеняется и пары его взрываются. Поэтому они должны устраиваться на поверхности в негорючем помещении. Если ламповую оборудуют в здании административно-бытового комбината, то ее отделяют от остальной его части стенами из негорючего материала, в которых разрешается устройство проемов с металлическими дверями. На шахтах по добыче пыльного камня допускают устройство ламповых для аккумуляторных светильников вблизи устья штолен в подземных выработках.

Кроме того, для безопасной работы необходимо выполнение следующих правил:

Предельная высота породных отвалов составляет 100 м. Для хвостовых частей отвала ширина указанной зоны равна 20 м.

В пределах защитной зоны запрещается размещать жилые, лечебно-профилактические и культурно-бытовые здания, промышленные предприятия, производственные здания и сооружения (кроме связанных с эксплуатацией отвалов, располагаемых у их хвостовых частей). По контуру зоны необходимо установить знаки, запрещающие вход в зону.

Вновь закладываемые отвалы должны иметь плоскую или комбинированную форму. Запрещается размещать породные отвалы на выходах пластов угля при мощности наносов до 1 м, а также на площадках, при подработке которых возможно образование провалов на поверхности.

Запрещается складирование в породные отвалы неостывшей золы котельных установок, а также легковоспламеняющихся материалов (лес, опилки, бумага, обтирочный материал и др.).

Эксплуатация горящих отвалов запрещается. Они подлежат обязательному тушению. Горящий отвал представляет опасность для работающих на нем людей (возможны ожоги и отравления), а также загазовывает окружающую атмосферу. Загрязненный ядовитыми газами воздух может попасть в шахту.

Непременным условием успешного тушения горящего отвала является прекращение подачи новых порций породы. Отвал тушат путем проиливания поверхностного слоя глинистыми и известковыми пульпами и суспензиями. Вначале подавляют с помощью поливки и засыпки поверхностные очаги. Затем проиливание осуществляют через скважины. При выполнении работ люди должны пользоваться самоспасателями и стоять на железобетонных или металлических листах во избежание провала в пустоты, образующиеся в отвале при горении. Все работающие при тушении отвала должны иметь спасательные пояса и веревки. Тушение отвала (или его горящего участка) начинают сверху вниз.

Отвалы загораются от самовозгорания находящегося в нем угля или других пород, а также при отсыпке в отвал горячей золы. Для предупреждения самовозгорания необходимо уменьшать попадание в отвал угля, сланца, дерева и других горючих материалов, снижать воздухопроницаемость отвала посредством уплотнения пород, их предварительного дробления на куски размером менее 5 см и проиливания глинистой пульпой.

Внезапные сползания горящих отвалов вызываются быстрым и значительным уменьшением угла естественного откоса, которое наблюдается при проникновении

Эксплуатацию и ремонт канатных дорог для отвалов породы следует осуществлять в соответствии с Правилами устройства и безопасной эксплуатации грузовых подвесных канатных дорог и заводской инструкцией по эксплуатации.

Запрещается:

- работа людей на отвале, не имеющем сходен с перилами, по которым они должны ходить по отвалу;
- езда людей в вагонетке, скипе или ковше;
- пребывание на отвале и в здании лебедки лиц, не связанных с обслуживанием отвала;
- ведение работ по тушению и разборке отвала в ночное время;
- подача воды в трещины и пустоты выгорания на горящем отвале;
- выполнение работ по тушению или разборке отвала людьми, числом менее двух.

9.3. ПОДВЕСНЫЕ КАНАТНЫЕ ДОРОГИ

Устройство и эксплуатация грузовых и пассажирских подвесных канатных дорог на шахтной поверхности необходимо осуществлять в соответствии с Правилами устройства и безопасной эксплуатации грузовых подвесных канатных дорог и Правилами устройства и безопасной эксплуатации пассажирских подвесных канатных дорог.

К управлению такими дорогами могут допускаться лица, прошедшие специальное обучение, сдавшие экзамен и имеющие удостоверение на право управления подвесными канатными грузовой и пассажирской дорогами. Осмотр, ревизии и испытание дороги осуществляют в соответствии с заводскими инструкциями по эксплуатации.

Во время эксплуатации дороги следует обеспечить соблюдение выработанных практикой работы основных требований к дорогам (табл. 9.1).

Перевозка людей на грузовых дорогах запрещена, так как они не имеют станций посадки и схода людей, специальной сигнализации и других средств обеспечения безопасности, а запасы прочности канатов на них ниже, чем на пассажирских дорогах.

Необходимо постоянно следить за исправностью и надежностью предохранительных сеток над наземными объектами, ограждений приводных и концевых шкивов, запорных устройств на вагонетках, ограждений площадок, бункеров, люков и других объектов, в которые (или с которых) могут упасть люди.

Т а б л и ц а 91

Основные требования к подвесным канатным дорогам

Показатели	Дорога	
	грузовая	пассажирская
Расстояние по вертикали от нижней точки подвижного состава, каната или предохранительного устройства до земли, м:		
над незастроенными территориями	2,5	2
над территориями промышленных предприятий, стройплощадок и автомобильными дорогами	4,5	3
Запасы прочности каната:		
несущего	2,8	3,3
тягового	4,5	4,5
натяжного:		
несущего	3,5	5,5
тягового	5	5,5
Ширина перекрываемого пространства в каждую сторону от оси несущего каната, м:		
для предохранительных сетей	2	—
для предохранительных мостов	1,25	—
Минимальная ширина проходов для людей между оборудованием и стенами зданий и ограждений, м	0,8	0,8

Ежесменно следует очищать конструкции и площадки от кусков транспортируемого материала, которые могут упасть на людей.

9.4. СКЛАДЫ И БУНКЕРЫ

Склады угля (аварийные, запасные и расходные) следует оборудовать и эксплуатировать в соответствии с требованиями Инструкции по приему, складированию и длительному хранению угля на складах. Рудные склады и склады соли оборудуют и эксплуатируют в соответствии с отраслевыми инструкциями.

Для каждого склада, на котором хранят самовозгорающиеся или горючие полезные ископаемые, необходимо разрабатывать план противопожарных мероприятий, утверждаемый директором шахты.

Во всех входящих в комплекс склада зданиях и сооружениях (галереях, зданиях лебедок и т.д.), в которых работают люди, необходимо сохранять проходы шириной не менее 0,8 м и высотой не менее 1,8 м.

Для предотвращения падения людей в бункеры, приемные ямы и погрузочные воронки их следует перекрывать прочными

металлическими решетками с размерами отверстий не более 300×400 мм. Для предупреждения застревания (зависания) хранимого материала в бункерах углы наклона днищ должны быть не менее 60°, а сами днища должны быть гладкими.

Застревания материала (если они все-таки возникают) следует ликвидировать с помощью вибрационных устройств или (в крайнем случае) длинных шестов, спуск людей в бункеры в этом случае недопустим.

В местах, где должны работать или проходить люди, следует оборудовать площадки и проходы с перилами.

Строительство и эксплуатацию бункеров силосного типа осуществляют в соответствии с Указаниями по проектированию силосов для сыпучих материалов и Инструкцией по эксплуатации угольных складов силосного типа.

Нельзя допускать снижения уровня хранимого материала в воронке силосного бункера более чем на 2 м, в противном случае падающий в бункер материал может разбить загрузочное устройство и травмировать людей. Коническая часть силоса футерована нержавеющей сталью, в месте ее перехода в цилиндрическую часть должен действовать кольцевой водопровод с перфорацией, подключенный к водопроводной сети. Это нужно для предупреждения и ликвидации зависаний и смерзания находящегося в силосе угля.

Обрушение зависаний и сводов в силосе может производиться при наличии разрешения начальника смены и под непосредственным руководством дежурного лица технического надзора. Эту операцию необходимо выполнять опытным рабочим, которые должны находиться в подвесной люльке или на лестнице. На них следует надеть предохранительные пояса, к которым прикрепляют один конец веревки. Другой ее конец должны держать двое рабочих, находящиеся на верхнем перекрытии бункера.

Каждый бункер силосного типа должен иметь постоянно действующую предохранительную вентиляцию, если складываемый в нем уголь или соль газоносны. Для замера содержания взрывчатых газов в верхней части силоса и надбункерном помещении следует поместить приборы газового контроля.

Склады материалов и оборудования должны иметь необходимые проезды и проходы для людей. Трубы, рельсы и металл нужно складировать так, чтобы исключалось их падение на людей. Грузоподъемные краны на складах должны соответствовать требованиям Правил устройства и безопасной эксплуатации кранов.

Склад лесных материалов следует располагать на расстоянии не менее 80 м от ствола или штольни, по которым подают в шахту свежий воздух, и не ближе 30 м от отвалов угля и породы. Первое требование направлено на предотвращение попадания в шахту продуктов горения леса, и его принимают также на случай пожара на складе, а второе — направлено на устранение загорания лесных материалов при пожаре на складе угля или породы.

Установленные на лесном складе или в деревообрабатывающем цехе пилорамы и круглые пилы должны обладать механизированной подачей дерева к режущим органам, так как при ручной подаче велика вероятность травмирования рук, и ограждением режущих органов со стороны их неработающей части. Диск круглой пилы необходимо надежно закреплять на валу, чтобы исключить его соскакивание во время вращения.

Спуск лесоматериалов по скважинам в шахту необходимо осуществлять с помощью канатных устройств типа элеваторных спусков. Бросать стойки или доски в скважины запрещается. Скважины необходимо оборудовать двусторонней сигнализацией и предохранительными решетками на горизонтах приема леса. Пульты сигнализации нужно располагать на расстоянии 5 — 6 м от скважин.

На складе необходимо иметь 3 — 5 огнетушителей, противопожарный водопровод с гидрантами и щиты с противопожарным инвентарем (ведра, багры, топоры, лопаты и т.д.).

9.5. СТАЦИОНАРНЫЕ КОМПРЕССОРНЫЕ УСТАНОВКИ

Стационарные поршневые и ротационные компрессорные установки с мощностью двигателя более 14 кВт, воздухопроводы и газопроводы с давлением от 0,2 до 40 МПа должны соответствовать Правилам устройства и безопасной эксплуатации стационарных компрессорных установок, воздухопроводов и газопроводов.

Наибольшую опасность представляют взрывы и загорания масла в компрессорах и воздухопроводах, а также взрывы сосудов вследствие повышения давления в них сверх допустимого. Поэтому при эксплуатации компрессорного хозяйства нужно выполнять следующие требования.

1. Температура сжимаемого воздуха после каждой ступени сжатия, измеряемая в нагнетательных патрубках компрессора, не должна превышать 170 °С.

2. Воздушные компрессоры с подачей более 10 м³/мин должны быть снабжены концевыми холодильниками и влагомаслоотделителями.

3. Все компрессорные установки должны иметь манометры и термометры, устанавливаемые после каждой ступени сжатия и на линии нагнетания, а также на воздухооборнниках. При неисправности хотя бы одного манометра или термометра работа компрессора запрещается. Термометры устанавливаются также после промежуточных и концевых холодильников и на сливе воды.

4. Каждый компрессор необходимо оборудовать работоспособной системой защиты, обеспечивающей звуковую и световую сигнализацию при прекращении подачи охлаждающей воды и повышении температуры сжимаемого воздуха выше допустимого значения, а также автоматической остановкой компрессора при понижении давления масла в системе смазки механизма движения ниже допустимого значения.

5. После каждой ступени сжатия на участке охлажденного воздуха должен находиться предохранительный клапан, отрегулированный в соответствии с указанными ранее правилами, а также с Правилами устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением. На нагнетательном трубопроводе между компрессором и воздухооборником устанавливают обратный клапан.

6. Смазка компрессоров и применяемые масла должны соответствовать требованиям инструкции по эксплуатации компрессора, высылаемой заводом-изготовителем. Отработанное масло можно использовать повторно только после его регенерации и положительных результатов лабораторного анализа. На угольных шахтах применения регенерированного масла для смазки компрессоров не допускают.

7. Температура охлаждающей воды, выходящей из компрессора и холодильников, не должна превышать 40 °С.

8. Каждый компрессор должен иметь отдельный воздухооборник, устанавливаемый вне здания компрессорной установки.

9. Фильтры для очистки всасываемого воздуха необходимо систематически очищать от пыли, заменять их можно только фильтрами заводского изготовления.

10. Запрещается оставлять без надзора работающие компрессоры (кроме полностью автоматизированных).

11. Все предохранительные клапаны, манометры, термометры и средства противоаварийной защиты нужно проверять ежедневно. Делать это должен помощник (заместитель) главного механика шахты по стационарным установкам.

9.6. ВАКУУМ-НАСОСНЫЕ СТАНЦИИ

Здания и установки стационарных и передвижных вакуум-насосных станций, а также газопроводы на поверхности шахты должны соответствовать нормам и требованиям Инструкции по безопасному ведению дегазационных работ на шахтах. Руководства по дегазации угольных шахт и Правил безопасности в газовом хозяйстве.

Здания станций пожаро- и взрывоопасны, поэтому в зданиях стационарных станций двери между помещениями контрольно-измерительных приборов и машинного зала должны иметь предел огнестойкости не менее 45 мин, а электродвигатели вакуум-насосов должны быть взрывобезопасными. Содержание метана в отсасываемой смеси и воздухе помещений станции необходимо контролировать автоматическими приборами. Принудительную вентиляцию помещений осуществляют рабочим и резервным вентиляторами.

Курение и пользование открытым огнем в помещениях станции запрещается. Сварочные и автогенные работы могут производиться с разрешения директора шахты и при строгом выполнении Инструкции по ведению огневых работ в подземных выработках и надшахтных зданиях. Кроме того, необходимо закрывать задвижки на всасывающем газопроводе и на газопроводе к потребителям (газ из дегазационной сети в этом случае направляется в атмосферу по специальной трубе), останавливать вакуум-насосы и продувать чистым воздухом поверхностный газопровод. Вытяжная вентиляция должна работать непрерывно.

Передвижные поверхностные вакуумстанции (при дегазации через скважины, пробуренные с поверхности) должны соответствовать требованиям, предъявляемым к стационарным станциям, с учетом следующих изменений и дополнений:

- помещения станции (машинное, контрольно-измерительных приборов и др.) могут располагаться на отдельных металлических платформах (санях), причем расстояние между ними при работе должно быть не менее 0,7 м и не более 15 м;

- помещение для вакуум-насосов нужно строить из огнестойких материалов, оно должно иметь две двери, расположенные на его противоположных сторонах;

- каждое отдельно стоящее помещение оснащается молниезащитой;

- внутри помещений следует сохранять проходы между машинами и аппаратами шириной не менее 0,8 м, а между машинами и стенами — не менее 0,5 м;

- в каждом помещении необходимо иметь не менее двух огнетушителей, ящик с песком и около него лопату;

- газопроводы от скважины к станции и от станции к потребителям вне населенных пунктов можно прокладывать на опорах или эстакадах по поверхности земли, а в пределах населенных пунктов их нужно углублять (на глубину не менее 0,5 м с последующей засыпкой землей), причем в этом случае трубы должны иметь стенки толщиной не менее 3 мм;

- энергоснабжение станции осуществляют по первой категории;

- расстояние между станцией и устьем ближайшей дегазационной скважины должно быть более 15 м.

Стационарная или передвижная вакуум-насосная станция (за исключением полностью автоматизированных) должна постоянно находиться под управлением дежурного машиниста, которого запрещается загружать другой работой. О любой остановке вакуум-насосов машинист обязан немедленно сообщить горному диспетчеру, а последний — на участки, которые дегазирует станция. В этом случае на участке должны быть прекращены работы по отбойке полезного ископаемого и усилен контроль за вентиляцией и содержанием метана и других взрывчатых газов в атмосфере.

9.7. ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ ПРОНИКНОВЕНИЯ ГАЗОВ В ПОМЕЩЕНИЯ И ПРОРЫВОВ ВОД С ПОВЕРХНОСТИ В ШАХТУ

При разработке газосодержащих полезных ископаемых подземным способом газы (в основном метан) могут подниматься вверх по трещинам в земле и попадать в находящиеся вблизи здания, главным образом, в подвалы и подполья. Поэтому все участки земной поверхности, находящиеся над районами разработки, следует разделять на угрожаемые, опасные и неопасные по выделению газов.

Разделение участков и осуществление мер, предотвращающих попадание газов в помещения, производят в соответствии с Инструкцией по защите зданий от проникновения метана.

Защиту помещений от проникновения газов обеспечивают с помощью вентиляции (в первую очередь подвалов и подполий), изоляции нижних частей зданий посредством газонепроницаемых стен и пола, а также дренирования газа на путях его движения к зданиям.

В зданиях и сооружениях, находящихся в угрожаемых и опасных зонах, обязательно проведение систематического (еще лучше — непрерывного) контроля за концентра-

ц и е й г а з а. Проживание людей в домах, находящихся в опасной зоне, не допускается.

Приказом по шахте необходимо назначить лиц, ответственных за проведение мер по безопасности в зданиях и сооружениях.

Если содержание взрывчатых газов хотя бы в одном из помещений достигает 1 %, то люди из всего здания должны быть эвакуированы, а электроэнергия отключена. Затем следует выяснить пути проникновения газа и принять меры по их устранению.

В пределах горного отвода шахты необходимо принять меры по предотвращению прорыва воды с поверхности в шахту, включающие в себя:

- тщательное наблюдение за имеющимися постоянными и возможными (в период дождей и таяния снега) водотоками и водоемами, размерами их притока, границами распространения и т.д.;

- устранение путей проникновения воды в горные выработки: трещин, провалов, старых скважин и т.д.;

- обваловку стволов и шурфов, отвод водотоков по желобам или обводным канавам, откачку воды из водоемов и т.д.

Г л а в а 10

СРЕДСТВА ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ

10.1. СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ ОТ ВРЕДНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Выполнение работ в подземных условиях сопряжено с негативным влиянием на организм работающих ряда неблагоприятных факторов.

Для предохранения и защиты организма человека от неблагоприятного влияния окружающей среды в горной промышленности применяют средства различного назначения.

Согласно ГОСТ 12.4.011-87, средства индивидуальной защиты подразделяют на следующие классы: изолирующие костюмы; средства защиты органов дыхания; специальная одежда, специальная обувь; средства защиты рук, головы, лица, глаз и слуха; защитные дерматологические средства; предохранительные приспособления.

В разд. 10.1 рассматриваются защитные средства санитарно-гигиенического назначения, в разд. 10.2 — средства защиты

от травматизма. Средства защиты от действия электрического тока описаны также в разд. 8.4.

К работе в основных и вспомогательных подразделениях шахт допускаются рабочие и служащие, оснащенные специальной одеждой, обувью, средствами индивидуальной защиты, выдаваемыми бесплатно на определенный срок согласно установленным нормам.

Для защиты органов дыхания при повышенном содержании пыли в воздухе рабочей зоны применяют индивидуальные средства защиты от пыли — р е с п и р а т о р ы. Респираторы должны обеспечивать очистку вдыхаемого воздуха от пыли до содержания, не превышающего предельно допустимой концентрации (ПДК), при разности давлений на фильтре воздушного потока с расходом 30 л/мин не более 100 Па на вдохе и 70 Па на выдохе. Использование респираторов в течение 6 ч непрерывной работы не должно вызывать неприятных ощущений и нарушения кровообращения в мягких тканях лица. Содержание (по объему) диоксида углерода во вдыхаемом воздухе при объеме вдоха 0,3 — 0,6 л не должно превышать 2 % при его содержании в выдыхаемом воздухе 3,5 — 0,5 %. Респираторы не должны препятствовать выполнению производственных операций, приему и передаче звуковых сигналов, ограничивать поле зрения свыше 25 %. Масса респираторов не может превышать 300 г, кроме того, они должны быть просты и удобны в обращении и стойки к воздействию механических и других факторов в условиях эксплуатации, хранения и транспортирования.

Противоаэрозольные (противопылевые) респираторы делят на бесклапанные и клапанные (рис. 10.1). К б е с к л а п а н н ы м (разового пользования) относят респираторы типа ШБ-1; "Лепесток-200", "Лепесток-40", "Лепесток-5", У-2К, лицевая часть которых является одновременно фильтрующим материалом. Эти респираторы применяют при невысокой запыленности и работах средней и легкой тяжести. Фильтр респираторов сделан из материала ФПП-15, ФПП-70 в марлевой оболочке, способной защитить от пыли с частицами диаметром до 0,3 мкм. Кольцо с металлической пластиной (носовой зажим) и резиновым шнуром образуют обтюратор.

Для длительного использования в атмосфере с высокой запыленностью (до 2000 мг/м³) и высокой относительной влажностью (до 100 %) применяют респираторы клапанного типа "Астра-2", Ф-62Ш, ПРШ-2, ПРШ-741, РН-21. Они состоят из полумаски с коробкой, в которой помещены сменные противопылевые фильтры из ткани ФПП-15.

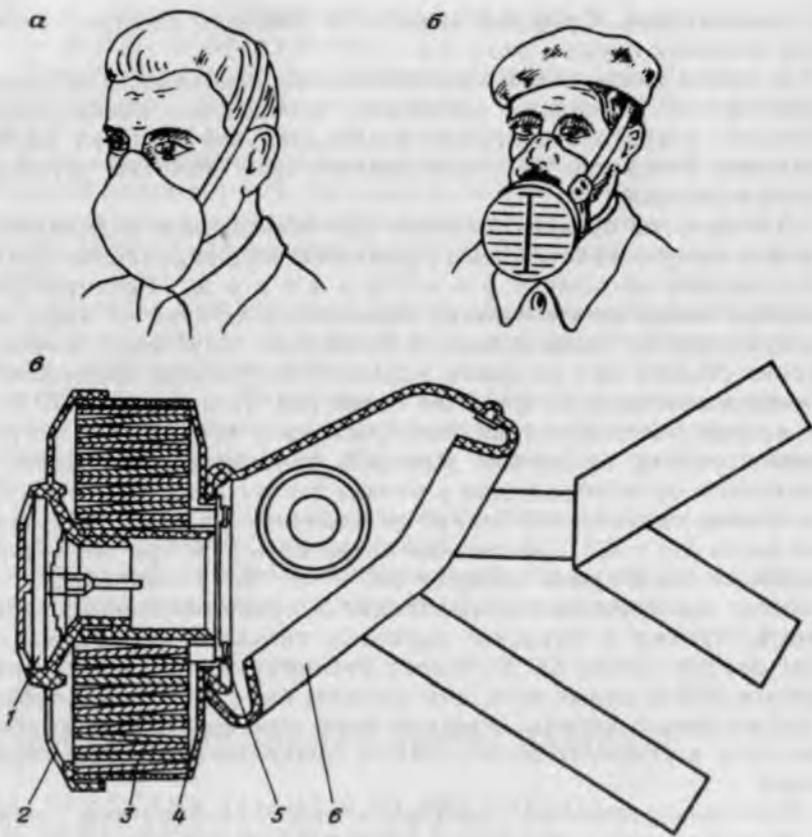


Рис. 10.1. Противопылевые респираторы:
a – бесклапанный; *б, в* – клапанный типа ПРШ-2; 1 – клапан выдоха; 2 – крышка со щелями; 3 – фильтр; 4 – корпус; 5 – клапан вдоха; 6 – полумаска

На горных предприятиях, где применяют респираторы, выделяют специальные помещения – респираторные, которые оборудуют установками для обеспыливания фильтров и контроля их сопротивлений, приспособлениями для мойки и сушки полумасок, стирки обтюраторов и шкафами с гнездами для хранения респираторов. Полумаски и обтюраторы после мойки и стирки подвергают обработке 5 %-ным раствором борной кислоты или 5 %-ным раствором хлорамина Б в холодной воде. Смену фильтров осуществляют при повышении разности давлений в респираторе до 100 Па при расходе воздуха до 30 л/мин. Респираторы закрепляются индивидуально за каждым горнорабочим.

В качестве средств индивидуальной защиты органов дыхания людей, занятых на подземных работах, при выходе их из загазированной атмосферы в случае возникновения аварии применяют фильтрующие и изолирующие самоспасатели.

В фильтрующих самоспасателях вдыхаемый человеком воздух поступает из окружающей среды в систему фильтров, в которых очищается от оксида углерода, пыли и дыма. Причем полная очистка достигается при содержании оксида углерода в фильтруемом воздухе не более 1 % и времени дыхания до 45 — 60 мин. Поскольку в фильтрующем самоспасателе человек дышит атмосферным воздухом, то в нем должно быть достаточное содержание кислорода (не менее 17 %). Фильтрующие самоспасатели не защищают человека от атмосферы, где имеется недостаток кислорода (по этой причине их не применяют при внезапных выбросах угля и газа, когда содержание кислорода в выработках может быть значительно меньше 17 %).

Примером фильтрующего самоспасателя является самоспасатель СПП-2, являющийся модификацией самоспасателя СП-55МП (рис. 10.2). Перед включением патрон самоспасателя извлекают из герметичного футляра, загубник помещают в рот между губами и деснами, при этом подбородник упирается в подбородок. При вдохе воздух поступает через матерчатый фильтр, надетый на патрон самоспасателя, где он очищается от грубой пыли и капельной влаги, и перфорированное дно патрона в слой осушителя (силикагеля). Сухой воздух поступает в слой катализатора (гопкалита), являющегося смесью 60 % MnO_2 и 40 % CuO . Содержащийся в воздухе оксид углерода каталитически окисляется кислородом воздуха до углекислого газа (оксид меди активизирует диоксид марганца). Далее в фильтре воздух очищается от дыма и пыли, получающейся при истирании гопкалита в процессе ношения самоспасателя, и через дыхательный клапан поступает в легкие. При выдохе воздух выходит в атмосферу через выдыхательный клапан. При пользовании самоспасателем нос необходимо зажимать специальным зажимом. СПП-2 представляет собой противогаз одноразового пользования (масса 1050 г, габариты 135×85×120 мм), предназначенный для защиты органов дыхания в течение 60 мин в атмосфере, содержащей пыль и дым, но не менее 17 % кислорода и не более 1 % оксида углерода.

При ношении и хранении фильтрующих самоспасателей необходимо следить за герметичностью их футляров, так как при ее нарушении гопкалитовый фильтр под действием влаги воздуха разрушается. Периодическую проверку герметичности са-

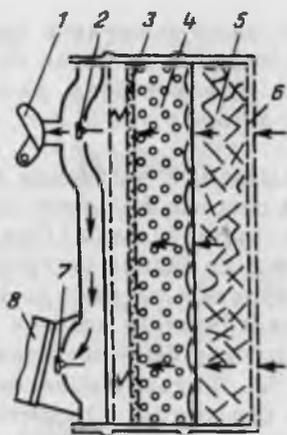


Рис. 10.2. Схематический разрез фильтрующего самоспасателя СПП-2: 1 - загубник; 2 - клапан вдоха; 3 - фильтр матерчатый; 4 - катализатор (гопкалит); 5 - осушитель (силикагель); 6 - перфорированное дно патрона; 7 - клапан выдоха; 8 - подбородник; стрелками указано движение воздуха

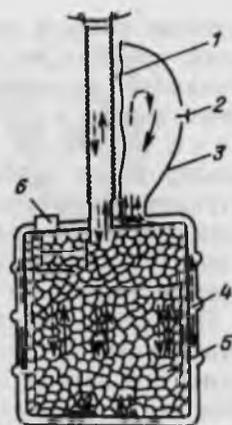


Рис. 10.3. Схема изолирующего самоспасателя на химически связанном кислороде:

1 - гофрированный шланг; 2 - избыточный клапан; 3 - дыхательный мешок; 4 - зазор (между корпусом регенеративного патрона и футляром самоспасателя); 5 - регенеративный патрон; 6 - пусковое устройство

моспасателей осуществляют посредством погружения их в теплую воду. При этом на негерметичных футлярах появляются пузырьки воздуха. Проверку на герметичность можно провести также, помещая самоспасатель в камеру, где создают повышенное давление. Если самоспасатель негерметичен, часть воздуха из камеры проникает в футляр, и давление в камере падает. При наличии герметичного самоспасателя давление остается постоянным. Широкое применение в шахтах получили фильтрующие самоспасатели СПП-2 и СПП-4.

Изолирующие самоспасатели выпускают на химически связанном и сжатом кислороде. В нем человек дышит не шахтным воздухом, а газовой смесью, циркулирующей в самоспасателе. Поэтому изолирующие самоспасатели защищают органы дыхания от любых газов, содержащихся в шахтном воздухе, ими можно пользоваться также при любом содержании кислорода в воздухе. В процессе дыхания в изолирующем самоспасателе из газовой смеси удаляется избыток углекислоты и влаги, и газовая смесь обогащается кислородом.

На рис. 10.3 изображена принципиальная схема изолирующего самоспасателя на химически связанном кислороде. Выдыхает-

мый воздух (пунктирные стрелки) через гофрированный шланг поступает в регенеративный патрон, заполненный специальным химическим веществом, которое поглощает влагу, углекислый газ и одновременно выделяет кислород. Затем воздух, уже пригодный для дыхания, поступает по зазору между корпусом регенеративного патрона и футляром самоспасателя в дыхательный мешок. Избыток воздуха через клапан выходит в атмосферу. При вдохе воздух проделывает обратный путь (сплошные стрелки). Для быстрого ввода самоспасателя в действие существует пусковое устройство, которое срабатывает автоматически при снятии крышки футляра самоспасателя. При этом в регенеративный патрон выливается порция серной кислоты, что вызывает выделение около 6 л кислорода за 20 – 30 с. Проверку самоспасателя на герметичность осуществляют в камере с повышенным давлением, как и самоспасателя СПП-2. Время защитного действия самоспасателя при ходьбе не менее 45 мин, при отсиживании не менее 300 мин. Масса самоспасателя около 3 кг.

В настоящее время ВГСЧ и шахты снабжаются самоспасателями на химически связанном кислороде типа ШС: ШС-7М, ШСМ-1, ШСС-1 и ШСС-Т.

В изолирующих самоспасателях на сжатом кислороде обогащение воздуха кислородом производится за счет запаса сжатого кислорода в специальном баллоне. Принцип его действия подобен принципу действия респираторов. Они предназначены для многократного использования. Примером таких самоспасателей являются самоспасатели типа СК-5 и СК-7. Их пуск осуществляют автоматически при снятии верхней крышки.

Самоспасатели носят на левом боку на плечевой тесьме через правое плечо. Хранить самоспасатели необходимо в сухом помещении (в ламповой на стеллажах или в ящиках) в вертикальном положении. Снаружи на корпусе самоспасателей имеется маркировочная пластина с указанием предприятия, наименования изделия, номера партии и даты снаряжения (месяц и две последние цифры года). Гарантийный срок годности самоспасателей при хранении и эксплуатации зависит от типа самоспасателя.

При работе в условиях повышенного шума в качестве средств индивидуальной защиты применяют противошумы, которые по своему назначению и конструктивному исполнению подразделяют на три типа: вкладыши, перекрывающие слуховой канал; наушники, закрывающие ушную раковину; каски, закрывающие часть головы и ушную раковину. Данные об эффективности (величине снижения силы звука) защитных свойств противошумов в зависимости от частоты звука приведены в табл. 10.1.

Т а б л и ц а 10.1

Характеристика и эффективность противошумных приспособлений

Противошумное приспособление	Эффективность противошумов, дБ, при среднегеометрической частоте октавных полос, Гц							Назначение
	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Наушники: ВЦНИИОТ-1	3	4	7	13	23	36	33	Защита от высокочастотного шума с уровнем до 110 дБ
ВЦНИИОТ-2М	7	11	14	22	35	45	38	
ВЦНИИОТ-7И	10	16	18	22	36	40	32	То же, до 115 дБ (имеют устройства для регулирования заглушающей способности)
ВЦНИИОТ-4А	4	2	5	16	25	36	28	
Каска противошумная ВЦНИИОТ-2	7	11	14	22	35	45	38	Защита головы от травм. поражения электрическим током, защита от средне- и высокочастотного шума с уровнем 120 дБ
Вкладыши "Антифоны"	10	10	10	13	24	29	25	

Противошумы подбирают исходя из условия

$$L_i - (L_{s,i} + \Delta L_i) \leq N_i, \quad (10.1)$$

где L_i — уровень звукового давления в i -й октавной полосе частот, измеренный на рабочем месте, дБ; $L_{s,i}$ — снижение уровня

звукового давления (эффективное) противошума в i -й октаве по нормативной технической документации, дБ; ΔL_i — поправка на надежность защиты, которую принимают для частот 125, 250 и 500 Гц равной 5 дБ, а для частот 1000, 2000, 4000 и 8000 Гц — 10 дБ (все поправки берут со знаком минус); N_i — допустимое звуковое давление в i -й октавной полосе частот (по ГОСТ 12.1.003—83).

Средства индивидуальной защиты от шума должны иметь высокую эффективность, обеспечивать прием предупредительных сигналов, быть простыми и удобными в эксплуатации. Наиболее распространены на шахтах наушники типа ВЦНИИОТ-2М, которые защищают от средне- и высокочастотного производственного шума с уровнем до 120 дБ.

Для защиты от вибрации и применяют коврики, рукавицы и виброзащитную обувь. Средствами индивидуальной защиты коленных и локтевых суставов служат наколенники и налокотники. Они представляют собой пластины из микропористой резины толщиной 8 — 12 мм, укладываемые в специальные карманы на брюках и рукавах куртки. Съемные наколенники изготавливают из двух слоев — защитного из устойчивого к истиранию материала и амортизирующего из губчатой резины плотностью 0,3 — 0,4 г/см³ и толщиной 14 мм, привулканизированной к защитному слою. Наколенники носят поверх брюк спецодежды, прикрепляя их ремнями, которые изготавливают из веретеной хлопчатобумажной нити. Они снабжены металлической пряжкой. Верхнюю часть наколенника с помощью пряжки прикрепляют к ремешку, пришитому к брюкам, а нижнюю часть крепят ремнем, охватывающим ногу. Масса наколенников с комплектом крепежных ремней составляет 350 — 400 г.

Для исключения переохлаждения организма особенно в зимний период горнорабочим выдают утепленную спецодежду (куртка и брюки). На глубоких горизонтах шахт оборудуют специальные пункты переодевания и хранения утепленной спецодежды. Спустившись в шахту, горнорабочий следует к этому пункту, где сдает теплые вещи и переодевается в более легкую одежду, в которой следует к рабочим местам. После окончания рабочей смены процесс переодевания повторяется в обратном порядке.

10.2. СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ ОТ ТРАВМАТИЗМА

В горной промышленности в зависимости от вида и условий труда применяют ряд индивидуальных средств защиты от травматизма: спецодежду различного назначения, каски, обувь,

рукавицы, противопылевые и защитные очки, предохранительные пояса, диэлектрические перчатки, боты, галоши и др. Следует отметить, что спецодежда, каски и спецобувь имеют двойное назначение — защита от заболеваний и защита от травматизма.

С п е ц о д е ж д а служит для защиты поверхности тела от неблагоприятных факторов внешней среды (химических, термических, механических, метеорологических) и производственных вредностей. Спецодежда должна быть воздухо- и паропроницаемой, благодаря чему обеспечивается нормальная терморегуляция организма. Кроме того, она должна быть легкой и не стеснять движений рабочего. Из анализа причин несчастных случаев установлено, что неподходящая для определенных условий работы спецодежда нередко является причиной несчастных случаев. Ткани, применяемые для изготовления спецодежды, должны быть достаточно прочными и носкими, кроме того, им полагается быть мягкими, чтобы не вызывать раздражения кожи. Они должны легко очищаться от загрязняющих веществ. Таким образом, защитные качества спецодежды зависят от свойства тканей и конструкции костюмов. Для изготовления спецодежды широко применяют смешанные (из натуральных и синтетических волокон) ткани, обработанные специальными пропитками и обладающие высокой износостойчивостью и хорошими защитными свойствами. Защитные качества спецодежды для условий обводненных выработок обеспечиваются посредством использования прорезиненных тканей или тканей с резиновым покрытием.

В зависимости от назначения спецодежду подразделяют на 14 групп и 36 подгрупп (согласно ГОСТ 12.4.011-87).

Для горнорабочих в качестве спецодежды предусмотрены шахтерские комплекты, состоящие из куртки, брюк, утепленного жилета и головного убора (каска с подкасником), предназначенного для защиты от механических воздействий.

Одним из важнейших условий рационального пользования спецодеждой является ежесуточное обеспыливание ее и регулярная стирка или химчистка.

Для защиты головы от механических повреждений, ожогов и влаги служат к а с к и. Шахтерские пластмассовые каски (ГОСТ 12.4.091-80) изготавливают с полями шириной не более 10 мм и козырьком для работающих под землей или на поверхности в условиях, не требующих защиты от воды, и с круговыми полями шириной более 20 мм и водозащитной пелеринкой для работающих под землей или на поверхности в условиях, требующих защиты от воды. Каски каждого типа изготавлива-

ют двух размеров с пределами регулирования, первый размер — 54 — 58 см; второй — 58 — 62 см. Размер каски определяется длиной окружности по внутренней оснастке. Проветривание подкасочного пространства достигается за счет кольцевого зазора между внутренней поверхностью корпуса и околышем амортизирующей оснастки, прилегающей к голове. Масса каски составляет 400 — 450 г. Угол наклона козырька (полей) не должен превышать 30°.

Каски имеют приспособление для крепления фары и кабеля головного светильника. По требованию потребителей их оснащают утепляющим подшлемником, защитным экраном или другими приспособлениями. Каски должны выдерживать вертикально направленный удар с энергией $80 \pm 0,2$ Дж, при этом образование трещин не допускается.

Для надежной защиты ног от механических повреждений, тепловых, химических и электрических воздействий горнорабочие обеспечиваются с п е ц о б у в ь ю, которую изготавливают с учетом условий труда. Выпускают следующие виды спецобуви: сапоги резиновые клееные проходческие, предназначенные для проходчиков, работающих в обводненных горных выработках; сапоги резиновые, клееные горняцкие, предназначенные для работников, занятых в горных выработках, проводимых по крепким породам; сапоги формовые с жесткими носками, защищающими пальцы ног от повреждения падающими предметами. Помимо указанной обуви предусматривают использование кожаных сапог, полусапог и ботинок в сухих выработках для работников, выполняющих операторские функции.

При пользовании обувью с верхом из воздухо- и паронепроницаемых материалов важно правильно выбрать чулки, носки, портянки, которые впитывают выделяемую из стопы влагу.

Самое распространенное средство защиты рук работающих от механических повреждений, агрессивных веществ, ожогов, холода и влаги — различные виды р у к а в ь ю. К шахтерским рукавицам предъявляют в основном следующие требования: обеспечение облегаемости, т.е. соответствие размеру кисти, гибкости, зависящей от эластичности ткани, и водонепроницаемости.

Рукавицы изготавливают трех типов: А — с одним напалком для большого пальца; Б — с одним напалком, расположенным сбоку по перегибу рукавицы; В — с двумя напалками, расположенными на месте большого и указательного пальцев. Для увеличения срока носки рукавиц предусматривают накладки на ладонной части и указательном пальце.

Для предупреждения травмирования глаз разлетающимися мелкими частями горных пород, щепой дерева и другими мате-

риалами применяют з а ш и т н ы е о ч к и. Исследования показывают, что более двух третей общего числа травм глаз и лица можно устранить, используя защитные очки. Для защиты глаз шахтеров могут применяться очки только закрытого типа специальной конструкции — пылезащитные с незапотевающими высокопрочными стеклами и необходимых размеров, позволяющих сочетать очки с каской и противопылевым респиратором. Они должны обладать небольшой массой.

На работах в горных выработках рекомендуют использовать очки ЗНР-ЗТ с клапанами непрямой вентиляции и ЗНР-10А с герметичной полумаской и влагопоглощающими элементами. Масса рекомендуемых очков не более 100 г.

В процессе эксплуатации и ремонта электрооборудования необходимо применять д и э л е к т р и ч е с к и е п е р ч а т к и. Диэлектрические перчатки в качестве индивидуальных средств защиты от поражения электрическим током имеют широкое применение. Объясняется это тем, что они изолируют человека не от земли, а от находящихся под напряжением частей. Наряду с высокими диэлектрическими свойствами перчаткам полагается быть достаточно мягкими, эластичными и легкими, чтобы не стеснять движений пальцев и рук. Они должны быть такого размера, чтобы под них можно было одеть шерстяные перчатки для предохранения рук от холода. Поверхность их должна быть ровной, однообразной по цвету, не иметь дыр, проколов, расслоений швов, разрывов и других видимых дефектов.

Для защиты от поражения электрическим током применяют в качестве дополнительных средств д и э л е к т р и ч е с к и е б о т ы и г а л о ш и. По внешнему виду они отличаются от обыкновенных бот и галош отсутствием лакировки, их изготавливают светло-серого цвета. Они также не должны иметь каких-либо повреждений (прорезов, проколов), одновременно необходимо следить, чтобы в них не проникали металлические предметы (гвозди, стружка). Боты и галоши необходимо регулярно очищать от пыли и грязи.

Диэлектрические перчатки, боты и галоши при испытаниях погружают в сосуд с водой, внутрь их также заливают воду, уровень которой должен быть ниже кромки для перчаток на 5 см и для бот и галош — на 2 см. Затем внутрь испытываемых средств с помощью электродов подают напряжение и замеряют силу протекающего тока, по которой и судят о результатах испытаний. Подобные испытания проводят только в специальных лабораториях.

Для предохранения от падения с высоты при выполнении работ в стволах, на копрах и в других местах используют п р е

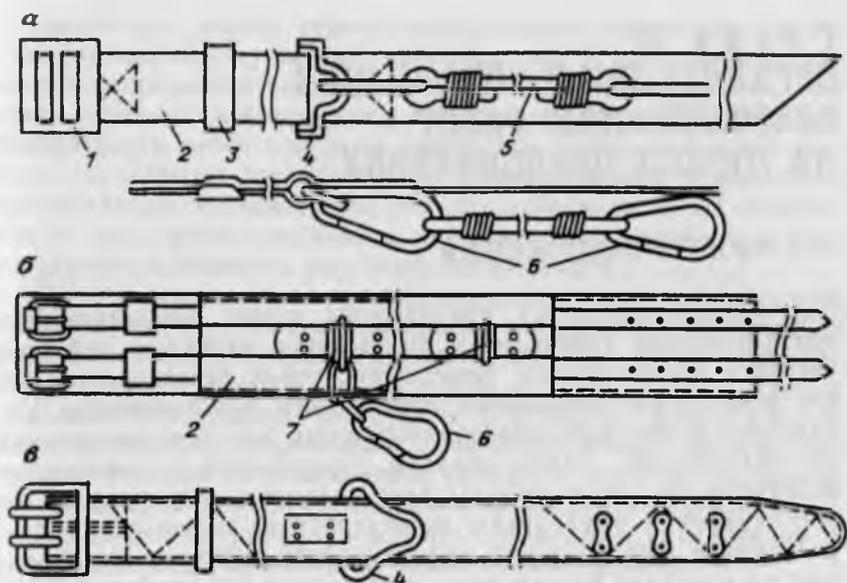


Рис. 10.4. Схемы предохранительных поясов:
 а — пояс ПШ (ВостНИИ); б — пояс для работы на воздушной линии; в — пояс МакНИИ; 1 — пряжка; 2 — ремень; 3 — шлевка; 4 — прицепное кольцо; 5 — страховочный фал; 6 — карабины; 7 — верхние накладки

дохранительные пояса, изготовленные в соответствии с ГОСТ из негигроскопичных и нерастягивающихся материалов (рис. 10.4). Ширина пояса должна быть не менее 100 мм, длина 900 — 1000 мм, она регулируется ремнями с пряжками. Некоторые пояса снабжают амортизаторами — устройствами остановки падающего человека при зависании на стропе безопасности. Освоен серийный выпуск шахтерских поясов ПШ-2 и ПШМ-1, учитывающих специфические требования эксплуатации средств индивидуальной защиты.

Предохранительные пояса испытывают на механическую прочность после изготовления путем подвеса груза массой 300 кг на пять минут. Одновременно проверяют кольца ремня и страховый канат. При эксплуатации испытания повторяют через шесть месяцев посредством подвеса груза массой 225 кг также на пять минут. Если в процессе эксплуатации предохранительный пояс подвергался динамической нагрузке (например, при рывке в случае падения рабочего), пояс должен быть изъят и испытан. Если в процессе испытаний или вследствие других причин появились повреждения на деталях пояса, он должен быть уничтожен.

Глава 11

ОРГАНИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТЬЮ РАБОТ НА ГОРНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

11.1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Безопасность работ на предприятии может соответствовать предъявленным требованиям только при активном действии человека в направлении повышения уровня безопасности. Такое воздействие называется управлением безопасностью. Управление может быть эффективным лишь при соответствующей его организации. Таким образом, организация и управление безопасностью тесно связаны друг с другом. Мероприятия по организации и управлению безопасностью имеют одну цель: достижение максимальной эффективности безопасности. Хорошая организация безопасности и грамотное управление — одно из главных условий обеспечения высокого уровня безопасности горных работ. И наоборот, пренебрежение организацией безопасности, управление ею по старинке, без использования последних достижений науки и техники неизбежно приведет к противоречию между требованиями безопасности постоянно развивающегося производства и отстающими от них способами и средствами обеспечения безопасности. В результате — снижение уровня безопасности, повышение травматизма, аварийности, профзаболеваемости.

Развитие горной промышленности, применение новых машин, механизмов требует постоянного совершенствования организации и управления безопасностью горных работ. Такое совершенствование осуществляется в горной промышленности непрерывно. Так, повышение интенсивности горных работ, таящее в себе объективное снижение безопасности, вызвало появление на шахтах таких новых форм организации работ, как дни безопасности, постоянно действующие совещания по безопасности и др. Управление безопасностью было оформлено в виде системы мероприятий, использующей, в частности, методы количественной оценки уровня безопасности. Между развитием горного производства и развитием организации и управления его безопасностью идет постоянное соревнование. Важно, чтобы в этом соревновании развитие организации и управления безопасностью не отставало от развития горного производства. Весьма желательно, чтобы оно даже опережало развитие производства.

К сожалению, в этом соревновании пальма первенства зачастую принадлежит развитию производства. А это означает, что вначале рождается техническое новшество, а затем с тем или иным опозданием появляются способы и средства обеспечения безопасности работ при этом новшестве. Такие опоздания чреваты серьезными последствиями. Задача горного инженера — руководителя производства, ученого устранить такие опоздания, а еще лучше предвидеть развитие производства и заблаговременно обеспечить ему базис безопасности.

Организацию и управление безопасностью подчас трудно четко разграничить. Но в целом можно сказать, что организация безопасности работ включает в себя структуру службы безопасности и формы ее работы, а управление безопасностью труда — методы воздействия на производство в целях повышения безопасности и разработку методологических основ работы в области безопасности, реализуемых в определенных организационных формах.

Далее рассматриваются основные принципы организации и управления безопасностью в горной промышленности.

11.2. СИСТЕМА ОРГАНИЗАЦИИ РАБОТ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА В ГОРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

В горной промышленности система организации работ по обеспечению безопасности складывается из следующих элементов: подготовка правовых нормативных основ безопасности труда, формирование органов управления и контроля безопасности и определение их структуры, проведение аналитических мероприятий, организационная работа, обучение.

Рассмотрим эти элементы.

Подготовка правовых и нормативных основ безопасности труда. В системе организации работ по безопасности труда от этого элемента требуется прежде всего его наличие: невозможны эффективная организация и управление безопасностью производства без соответствующих нормативов. Правовые и нормативные основы безопасности труда содержатся в целом ряде документов: федеральных законах и подзаконных актах, стандартах безопасности труда, правилах и нормах безопасности, организационно-методических документах, инструкциях и руководствах. Правовой уровень этих документов различен.

Законы имеют федеральное значение, их принимают высшие органы законодательной власти. К ним относят Конституцию Российской Федерации, Основы законодательства Российской

Федерации о труде и об охране труда, Гражданский кодекс, Закон Российской Федерации "О коллективных договорах и соглашениях" и некоторые другие законодательные акты.

Стандарты безопасности труда имеют силу закона и обязательны к применению во всех отраслях и на всех предприятиях, к которым они относятся.

Правила и нормы безопасности бывают отраслевыми и межотраслевыми. Отраслевые правила действуют в пределах отрасли. Межотраслевые обычно регламентируют безопасность (охрану труда) в отдельных производствах или процессах и обязательны для всех отраслей, где имеются эти производства (процессы). Например, правила безопасного ведения взрывных работ обязательны для угледобывающей, горнорудной, строительной промышленности, промышленности строительных материалов и других отраслей промышленности, производящих взрывные работы. Существуют межотраслевые санитарные правила и нормы, гигиенические нормативы, строительные нормы и правила.

К организационно-методическим документам относят различные положения, методические указания, рекомендации (например, положения о службе охраны труда, проведение проверки состояния охраны труда, рекомендации по распределению обязанностей по охране труда должностных лиц и др.).

Принятию большинства нормативных документов предшествуют научные проработки, глубина которых зависит от важности норматива, степени изученности вопросов и др. Например, руководство по проектированию вентиляции угольных шахт вобрало в себя результаты многолетних исследований большого числа институтов, работающих в области вентиляции угольных шахт.

Утверждение нормативных документов происходит на том уровне, для которого они предназначены. Так, федеральные законы принимает высший орган законодательной власти страны, отраслевые правила безопасности утверждает руководство отрасли или Госгортехнадзор РФ, а инструкции по безопасности отдельных видов работ — руководители предприятий.

Отметим, что нормативы безопасности являются по своему существу ограничениями на производственную деятельность общества, обеспечивающими максимальную охрану его труда.

Рассмотрим подробнее законодательные акты Российской Федерации, лежащие в основе нормативного обеспечения безопасности на горных предприятиях.

Согласно Конституции РФ, право граждан на охрану здоровья обеспечивается наряду с другими мероприятиями-

ми посредством развития и совершенствования безопасности и производственной санитарии.

В Основах законодательства о труде объединены и систематизированы важнейшие правовые нормы о труде рабочих и служащих, отвечающие современному этапу. В них помещены ряд новых по содержанию норм, отражающих современную экономическую и социальную политику.

Трудовое законодательство призвано играть важную роль в претворении в жизнь программы экономического и социального развития страны. Оно закрепляет осуществление мер по повышению материального и культурного благосостояния трудящихся, обеспечивает охрану труда и защиту прав и законных интересов работников от бюрократических извращений или ошибок отдельных хозяйственников и предпринимателей, а также определяет права профсоюзов и иных общественных организаций по участию в управлении предприятиями, в решении вопросов хозяйственного строительства. Эти меры не только устанавливают и закрепляют наиболее важные, подлинно демократические и трудовые права рабочих и служащих, но и гарантируют охрану этих прав.

Общие требования по безопасности содержатся также в стандартах безопасности труда. В нашей стране создана Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Это комплекс взаимосвязанных документов, содержащих требования, нормы и правила, направленные на обеспечение безопасности, сохранение здоровья и работоспособности человека в процессе труда.

Система стандартов безопасности труда устанавливает: требования к организации работ по обеспечению безопасности труда и организационно-методические основы стандартизации и методологии в области безопасности труда; нормативы и требования по видам опасных и вредных производственных факторов; требования безопасности к оборудованию, технике и технологии; требования к средствам защиты при выполнении специфических производственных процессов; требования и нормы по безопасности к зданиям и сооружениям.

Система стандартов безопасности труда определяет требования и порядок организации профилактической работы инженерно-технического состава на предприятиях, а также методологию управления системой безопасности.

Назначение и структуру системы стандартов по безопасности, а также построение и содержание отдельных стандартов системы устанавливает ГОСТ 12.0.001-82 "Основные положения".

Система стандартов безопасности труда является основой для разработки правил, норм безопасности, утверждаемых органами государственного надзора в соответствии с их положениями (Госгортехнадзор России, Госатомнадзор России).

В стандартах ССБТ, правилах и нормах обеспечивается соблюдение единства требований в области безопасности труда.

Требования, установленные ССБТ, должны быть учтены в технических условиях, нормах технологического проектирования и другой нормативно-технической документации.

Стандарты могут быть государственными, отраслевыми и республиканскими. Отраслевые и республиканские стандарты должны устанавливать требования, нормы и правила в соответствии с государственными стандартами с учетом особенностей безопасности труда в отрасли или республике в составе Российской Федерации. Система стандартов безопасности труда способствует единству технической политики в вопросах безопасности, улучшению условий труда, здоровья трудящихся.

Системы стандартов по безопасности труда разрабатывают научно-исследовательские институты охраны труда (Научный центр социально-производственных проблем охраны труда, институты в Екатеринбурге, Казани, Санкт-Петербурге и других городах).

Верховный Совет Российской Федерации 6 августа 1993 г. принял Основы законодательства Российской Федерации об охране труда, которые устанавливают гарантии осуществления прав трудящихся на охрану труда и обеспечивают единый порядок регулирования отношений в области охраны труда между работодателями и работниками на предприятиях, в учреждениях и организациях всех форм собственности независимо от сферы хозяйственной деятельности и ведомственной подчиненности и направлены на создание условий труда, отвечающих требованиям сохранения жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности.

Статья 8 Основ законодательства предусматривает, что отраслевые министерства и ведомства РФ, а также концерны, ассоциации и другие объединения предприятий обязаны создавать службы охраны труда.

Для организации работы по охране труда на предприятии создают службы охраны труда или привлекают специалистов по охране труда на договорной основе.

Структура и численность работников службы охраны труда предприятий определяются работодателем с учетом регламентов государственного органа управления охраной труда.

В целях организации сотрудничества по охране труда работодателей и работников и (или) их представителей на предприятии с численностью работников более 10 человек создается совместный комитет (комиссия) по охране труда, в который на паритетной основе входят представители работодателей, профсоюзов и иных уполномоченных работниками представительных органов.

Ответственность за состояние условий и охраны труда на предприятии возлагается на работодателя.

Работодатели и должностные лица, виновные в нарушении законодательных или иных нормативных актов об охране труда, невыполнении обязательств, установленных коллективными договорами или соглашениями по охране труда, либо препятствующие деятельности представителей органов государственного надзора и контроля, а также общественного контроля, привлекаются к административной, дисциплинарной или уголовной ответственности в порядке, установленном законодательством Российской Федерации и республик в составе Российской Федерации.

Указанные Основы определяют, что государственная политика в области охраны труда предусматривает совместные действия органов законодательной и исполнительной власти Российской Федерации и республик в составе Российской Федерации, объединений работодателей, профессиональных союзов в лице их соответствующих органов по улучшению условий и охраны труда, предупреждению производственного травматизма и профессиональных заболеваний.

Основными нормативными документами, определяющими требования безопасности в горной промышленности, являются правила безопасности. Требования безопасности при подземной добыче полезных ископаемых изложены в Правилах безопасности в угольных шахтах и Единых правилах безопасности при разработке рудных, нерудных и россыпных месторождений подземным способом. Эти правила разрабатываются совместно Госгортехнадзором РФ и руководящими органами соответствующих отраслей горной промышленности. Они обязательны для всех работников действующих и строящихся шахт, проектных организаций, научно-исследовательских организаций и учреждений, контролирующих органов, военизированных горноспасательных частей, а также работников, участвующих в разработке, изготовлении и использовании горного оборудования и аппаратуры, и других лиц, чья работа или учеба связана с посещением шахт.

Правила включают в себя следующие основные разделы:

- общие правила,
- ведение горных работ,
- вентиляция подземных выработок и пылегазовый режим,
- шахтный транспорт и подъем,
- электротехническое хозяйство,
- пожарная безопасность и противопожарная защита,
- предотвращение затоплений действующих выработок,
- производственная санитария и экология,
- ответственность за нарушение Правил безопасности.

Кроме этих основных разделов Правила безопасности включают в себя ряд инструкций (по составлению паспортов горных работ, по составлению планов ликвидации аварий, по проверке состава шахтного воздуха и др.), а также формы различных регистрационных книг и журналов (инструктажа по безопасности работ, осмотра вентиляционных установок и др.).

В связи с развитием науки и техники Правила безопасности регулярно пересматривают. К этой работе привлекают научные организации, производственные объединения, крупных ученых и работников производства.

Структура органов управления и контроля безопасности.

Органы управления безопасностью делят на государственные (федеральные и местные) и ведомственные. К государственным органам управления относят высшие законодательные и исполнительные органы государственной власти, которые принимают законы, издают указы и постановления в части безопасности, местные органы государственной власти, принимающие аналогичные решения в пределах своей компетенции, а также Министерство труда РФ.

Генеральным руководителем в области безопасности работ в отрасли является ее первое лицо (министр, председатель комитета, президент компании или аналогичные им должностные лица). Непосредственное руководство безопасностью работ в отрасли осуществляет один из его заместителей через управления безопасности и военизированных горноспасательных частей (ВГСЧ) (рис. 11.1).

Управлению безопасности методически подчинены соответствующие отделы в производственных объединениях (ПО), научно-исследовательские институты по безопасности работ и аналогичные лаборатории в других отраслевых НИИ. Отдел безопасности ПО административно подчинен руководителю ПО и курируется техническим директором объединения. Отдел осуществляет методическое руководство участками вентиляции и техники безопасности (ВТБ) (пылевентиляционной службы) шахт. На шахте участок ВТБ административно подчинен главному



Рис. 11.1. Упрощенная схема структуры органов управления безопасностью работ в горной промышленности

инженеру и курируется его заместителем по технике безопасности. Следует обратить внимание на двойное подчинение структурных подразделений: административное и методическое.

Управление ВГСЧ отрасли осуществляет руководство горноспасательными частями бассейнов (областей), соответствующими НИИ, учебными центрами подготовки кадров и заводами по производству горноспасательного оборудования. Более подробно структура ВГСЧ рассматривается в главе 19.

В управлении предприятием (в том числе и его безопасностью) имеют право принимать участие и его работники через собрания трудового коллектива, советы трудового коллектива, профессиональные союзы.

Органы контроля безопасности подразделяют на государственные, ведомственные и общественные.

Высший государственный надзор за точным исполнением законов о труде всеми министерствами и ведомствами, предприятиями, организациями и их должностными лицами возлагается на Генерального прокурора Российской Федерации.

Общий контроль за соблюдением требований охраны труда на всех предприятиях и во всех организациях Российской Федерации осуществляет Министерство труда РФ через находящуюся в его структуре Федеральную инспекцию труда.

К числу государственных органов, уполномоченных осуществлять надзор и контроль за техникой безопасности, прежде всего следует отнести Федеральный горный и промышленный надзор России (Госгортехнадзор России), Главгосэнергонадзор России.

Государственный контроль безопасности работ в горной промышленности в пределах своей компетенции осуществляют также органы Госатомнадзора Российской Федерации, а также Государственного пожарного надзора Российской Федерации.

Кроме указанных ранее, специально уполномоченными органами, осуществляющими государственный надзор в соответствующих сферах безопасности, являются Госстандарт РФ, Госкомитет РФ по вопросам архитектуры и строительства, Госсаннадзор, Госавтоинспекция, Министерство по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, Министерство природных ресурсов.

Государственный надзор за состоянием техники безопасности в наиболее сложных отраслях промышленности возлагается на Госгортехнадзор России, который является центральным органом федеральной исполнительной власти, осуществляющим государственное нормативное регулирование вопросов обеспечения промышленной безопасности на территории Российской Федерации, а также выполняющим специальные разрешительные, надзорные и контрольные функции.

Основными функциями Госгортехнадзора России являются:

- участие в разработке проектов законодательных актов, решений Президента Российской Федерации и Правительства Российской Федерации по вопросам, входящим в его компетенцию;
- организация разработки и утверждения федеральных правил и норм по безопасному ведению работ, устройству, изготовлению, эксплуатации оборудования, рациональному использованию и охране недр;
- рассмотрение и согласование проектов стандартов, содержащих требования по безопасности;
- осуществление учета и анализа аварий и случаев производственного травматизма;
- выдача лицензий на виды деятельности, связанные с повышенной опасностью, в том числе с обеспечением безопасности при пользовании недрами;
- осуществление надзора за соблюдением правил проведения маркшейдерских работ;
- согласование годовых планов развития горных работ, в том числе технических решений по безопасности;
- установление по представлению предприятий категории шахт по газу, отнесение их к опасным по пыли, внезапным выбросам горных пород и газа, горным ударам;
- контроль за боеготовностью горноспасательных частей;

- контроль за реализацией научно-исследовательских программ по вопросам, входящим в его компетенцию.

Для выполнения этих функций Госгортехнадзору России предоставляются широкие права, в частности:

- осуществлять беспрепятственную проверку подконтрольных предприятий и объектов;

- давать руководителям предприятий, объединений, организаций и гражданам, а также подразделениям местных администраций, имеющим подконтрольные Госгортехнадзору России объекты, обязательные для исполнения указания (предписания);

- приостанавливать работы, ведущиеся с нарушением требований безопасности;

- привлекать должностных лиц и граждан к административной ответственности и передавать материалы в следственные органы для рассмотрения вопроса о привлечении виновных к уголовной ответственности;

- вносить обязательные для исполнения представления об освобождении от занимаемой должности лиц, систематически нарушающих требования по безопасному ведению работ и охране недр;

- участвовать в проверке знаний норм безопасности и охраны недр у руководителей предприятий и специалистов.

Госгортехнадзор России осуществляет надзор за состоянием безопасности работ в угольной, горнорудной и нерудной, металлургической, нефте- и газодобывающей, нефте- и газоперерабатывающей, оборонной (производства вредных химических, взрывопожароопасных веществ и материалов) промышленности, на химических и нефтехимических производствах повышенной опасности, на предприятиях по хранению и переработке зерна, при ведении подземного транспортного и гидротехнического строительства, геологоразведочных и других горных работ.

Госгортехнадзор России состоит из центрального аппарата, областных управлений и районных инспекций. Работу по непосредственному контролю состояния безопасности осуществляют государственные инспекторы Госгортехнадзора.

Ведомственный контроль проводится силами служб безопасности предприятий. Формами ведомственного контроля являются плановые проверки состояния охраны труда (комплексные, целевые, маршрутные, а также взаимопроверки) и анализ условий труда (оценка уровней запыленности, шума, вибрации, анализ микроклимата). Проверки проводят комиссии, специально назначаемые руководителем предприятия и местными органами Госгортехнадзора. По результатам контроля разра-

батывают мероприятия по устранению выявленных недостатков. Кроме плановых мероприятий в рамках ведомственного контроля отдельные должностные лица предприятия и вышестоящих организаций осуществляют проверки состояния охраны труда.

✓ **Общественный контроль за безопасностью труда** осуществляют профсоюзы. Они контролируют выполнение законодательных и нормативных актов по охране труда, а также состояние техники безопасности и промсанитарии на конкретных предприятиях и в организациях. Для выполнения этой работы в профсоюзных органах существуют технические и правовые инспекции труда.

Проведение аналитических мероприятий. Аналитическая работа — основа принятия всех решений по повышению безопасности труда. К аналитическим мероприятиям относят все действия, связанные с анализом условий безопасности, ее состояния и разработкой мер повышения безопасности. Формы аналитических мероприятий разнообразны. Это прежде всего текущая работа управлений, отделов безопасности, участков ВТБ, а также научно-исследовательских организаций, занимающихся безопасностью работ. Сюда относят научные, научно-технические и технические форумы, совещания и конференции различных уровней, на которых анализируют и обобщают состояние безопасности и разрабатывают методы, способы и средства ее повышения. К этому элементу системы организации работ принадлежит и работа различных комиссий, изучающих отдельные несчастные случаи, аварии и разрабатывающих мероприятия по их предупреждению. Сюда же относят составление различных планов проведения мероприятий по повышению безопасности труда.

Как видно, многие аналитические мероприятия являются формами коллективного решения вопросов безопасности. Залогом успешной деятельности является активность участников таких мероприятий и их соответствующая квалификация.

Организационная работа. К формам организационной работы с определенной условностью можно отнести ведение документации по безопасности, установление должностных обязанностей лиц, работающих в системе безопасности, и задач служб безопасности, ведение оперативной работы должностных лиц этой системы, проведение производственных совещаний, вовлечение представителей трудового коллектива в профилактическую работу, осуществление дисциплинарных мероприятий.

К документации по безопасности в широком смысле относят государственные законы и подзаконные акты, касающиеся бе-

зопасности, нормативную документацию, правила безопасности, инструкции по безопасному ведению работ, проекты и расчеты (по вентиляции, дегазации и др.), журналы с записью информации по безопасности, наряды на работы, графический материал (схемы вентиляции, дегазации, паспорта работ и т.п.).

Оперативная работа занимает основное рабочее время должностных лиц. Она состоит из сбора и анализа информации, решения текущих вопросов и планирования работ по безопасности. Одна из ее форм — посещение подведомственных объектов, в том числе выезды на аварии и расследования несчастных случаев.

Производственные совещания устраивают для обсуждения и решения конкретных технических вопросов. Они также имеют важное значение для повышения внимания к вопросам безопасности. Производственные совещания созывают обычно руководители шахт, объединений, отраслевых управлений. Они могут быть регулярными, с составленными на достаточно длительный период планами работы (смотри, постоянно действующие комиссии и др.) или эпизодическими, созываемыми по мере возникновения вопросов, которые требуют обсуждения.

Дисциплинарные мероприятия — система действий по обеспечению трудовой дисциплины. Формы их проведения следующие: разработка соответствующих документов, определяющих правила поведения лиц, которые заняты в процессе труда, с позиций безопасности и их ответственность за нарушение этих правил (законы, уставы и т.п.); контроль за соблюдением правил; привлечение к ответственности за нарушение правил (штрафы, выговоры, перевод на менее оплачиваемую работу, увольнение). Дисциплинарные мероприятия являются важной частью организации работ по обеспечению безопасности на горных предприятиях, ибо высокая трудовая дисциплина — залог безопасности труда.

Обучение. Оно является важным элементом системы организации безопасности труда, определяя квалификацию работника в области безопасности. Квалификация должна быть адекватна должностным обязанностям работника, поэтому в области безопасности существуют разные формы и уровни обучения (см. разд. 1.5).

Весьма важно, чтобы знания, определяющие квалификацию работника, были твердо усвоены. Для обеспечения этого требования существует система периодических проверок (экзаменов) знаний в области безопасности.

Система повышения квалификации в области безопасности, являясь высшей формой обучения, преследует цель, во-первых,

закрепить ранее полученные знания и, во-вторых, расширить и углубить их. Формами повышения квалификации являются различные курсы, обучение в институтах повышения квалификации, на специальных факультетах вузов, где слушатели получают высшее образование в области безопасности труда. Сюда же относится подготовка и защита научных квалификационных работ на звание кандидата и доктора наук. Определенное значение в повышении квалификации имеют совещания, конференции, симпозиумы, конгрессы, на которых обсуждаются последние достижения науки и техники в области безопасности труда.

11.3. СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТЬЮ РАБОТ

Управлением называют действие человека, направленное на обеспечение требуемого функционирования некоторой системы для достижения ею заранее намеченного результата.

В своей основе любые управленческие действия разумного индивидуума или коллектива всегда преследуют положительную цель. Например, действия по повышению уровня безопасности имеют целью снижение травматизма. В то же время диалектика управления такова, что положительный результат управления не обязательно может быть абсолютным. То же повышение уровня безопасности предполагает определенное ограничение поведения человека, которое не каждому может быть по вкусу. Достижение победы в войне сопровождается человеческими жертвами — трагедиями победившей стороны.

В аспекте безопасности под управлением следует понимать любые действия, направленные на совершенствование функционирования системы (государства, отрасли, отдельного предприятия) с целью повышения уровня ее безопасности.

Управление безопасностью труда осуществляют в организационных формах, рассмотренных в разд. 11.2.

Уровни управления и их функции. В соответствии с изложенным ранее можно выделить следующие основные уровни управления безопасностью: государственный уровень, отраслевой и уровень предприятия (объединения предприятий).

На государственном (федеральном) уровне принимают управленческие решения, касающиеся всего общества. Функции этого уровня — подготовка и принятие законодательных актов, межотраслевых нормативных документов (ГОСТы, межотраслевые нормы и правила) и контроль за их выполнением. Сюда же относят решения федерального правительства и правительственных органов, определяющие основные направления деятельности государства в области безопасности и их финансирование.

На отраслевом уровне подготавливают отраслевые нормативные документы по безопасному ведению работ, определяют техническую политику в области безопасности, принимают меры по ее материальному обеспечению, осуществляют внутриведомственный контроль.

На уровне предприятия (объединения) реализуют решения вышестоящих уровней управления в виде планирования и оперативного выполнения мероприятий по обеспечению безопасности, разрабатывают инструкции по безопасному ведению работ на объектах предприятия и другие необходимые документы; осуществляют внутренний контроль за соблюдением требований безопасности при выполнении технологических процессов.

Руководящие материалы. В соответствии с определением понятия "управление" руководящими материалами по управлению безопасностью в широком смысле являются все законодательные акты и нормативные документы, определяющие действия государства, отрасли, предприятия и отдельного человека по обеспечению и повышению уровня безопасности труда. Среди этих материалов имеется ряд документов, определяющих требования непосредственно к системе управления безопасностью. К ним относятся:

- рекомендации Государственного комитета по стандартам по основным положениям управления охраной труда. Рекомендации распространяются на деятельность в области охраны труда производственных объединений, предприятий и организаций всех отраслей хозяйства страны. Они устанавливают основные положения целевой подсистемы "Управление охраной труда" в системе управления предприятием;

- положения о системе управления безопасностью труда на предприятиях отдельных отраслей хозяйства страны. Такие положения приняты, в частности, и в горных отраслях промышленности. Они определяют систему организационно-профилактической работы, цель которой состоит в обеспечении условий для безопасного труда.

Управление безопасностью как система. В системном плане управление безопасностью состоит из процессов подготовки, принятия и реализации управленческих решений по обеспечению безопасности, сохранению здоровья и работоспособности человека в процессе труда. Содержание этих процессов реализуют через следующие основные функции системы управления:

- выполнение мероприятий по обеспечению безопасности;
- осуществление контроля за состоянием безопасности;
- проведение анализа состояния безопасности;
- планирование работ по безопасности;
- стимулирование работ по безопасности.

Выполнение мероприятий по обеспечению безопасности включает в себя текущую работу по созданию, поддержанию и восстановлению средств безопасности (например, средств вентиляции, механизации и автоматизации, поддержания выработок, электрической защиты, защиты при использовании взрывчатых веществ и др.), а также проведение различного рода организационных мероприятий, рассмотренных в разд. 11.2, и координацию работ различных служб, отделов, управлений, министерств в области безопасности. Следует отметить, что кроме текущей координации существует еще и координация работ в процессе планирования мероприятий по безопасности, о чем будет сказано далее.

Контроль и анализ состояния безопасности осуществляют в формах, описанных в разд. 11.2. По своему содержанию анализ может быть разделен на текущий и исследовательский, хотя четкого разграничения между ними не существует. Текущий анализ осуществляют по формам федерального комитета по статистике, он может быть дополнен анализами по коэффициентам травматизма, графическим и табличным. Исследовательский анализ основывается на установлении глубоких причинно-следственных связей между факторами, определяющими безопасность. В настоящее время при этом используют вероятностный подход и строят соответствующие математические модели. Исследовательский анализ обычно применяют для прогнозирования ситуации.

Планирование работ по безопасности имеет своей задачей определение заданий подразделениям и службам предприятий по обеспечению безопасности.

Планирование осуществляют путем составления комплексных планов по охране труда, включающих мероприятия по улучшению условий и охраны труда, а также лечебно-профилактические, оздоровительные и организационные мероприятия. По срокам исполнения планы делят на перспективные (на несколько лет), текущие (годовые) и оперативные (квартальные, месячные). Перспективные планы являются составной частью планов экономического и социального развития предприятия. Текущие планы включают в соглашения по охране труда между администрацией и работниками предприятий. В оперативных планах указывают задания по отдельным цехам и участкам. При их составлении учитывают не только задания годовых планов, но и результаты расследований несчастных случаев, предписания контролирующей организации, материалы проверок состояния безопасности. Перспективные, текущие и оперативные планы взаимосвя-

заны. Они учитывают требования, содержащиеся в руководящих материалах по безопасности труда, а также результаты анализа безопасности, рекомендации научно-исследовательских и проектно-конструкторских институтов, решения трудовых коллективов, передовой опыт. Ход выполнения планов регулярно рассматривают на предприятиях и в их объединениях.

Стимулирование работ по безопасности имеет целью повышение заинтересованности работников в обеспечении безопасности труда. Оно включает в себя систему мер поощрения и ответственности. Стимулированию должна предшествовать оценка деятельности субъекта (работника, коллектива) в части обеспечения безопасности. Стимулированию в виде поощрений (денежные премии, льготные путевки и т.п.) подлежат те субъекты, которые достигли наиболее высоких показателей работы в области безопасности (длительное время отсутствуют смертельные и тяжелые несчастные случаи, наиболее низкий уровень общего травматизма и заболеваемости, удовлетворяющие санитарно-гигиеническим нормативам условия труда, значительный личный вклад в обеспечение безопасности и т.п.).

За невыполнение требований безопасности, особенно если они носят систематический характер, виновные несут ответственность в дисциплинарном, административном или уголовном порядке (объявление выговора, лишение премии, понижение в должности, наказания в судебном порядке и др.).

Стимулирование призвано также показать значимость работы по повышению безопасности для коллектива и руководства предприятия.

Эффективность стимулирования зависит от его формы, размера и своевременности. Незаслуженное стимулирование может оказать отрицательное общественное воздействие.

Следует отметить, что, выбирая формы стимулирования, необходимо учитывать психологию и характер человека. Один предпочитает моральные поощрения. Для другого моральный стимул может не иметь какого-либо значения вообще, зато весьма важно получить денежную премию. А третий может реагировать только на наказание. В ряде случаев целесообразно смешанное стимулирование (морально-материальное).

11.4. РАССЛЕДОВАНИЕ И УЧЕТ НЕСЧАСТНЫХ СЛУЧАЕВ

Расследование несчастного случая. Это важный элемент анализа травматизма. В процессе его устанавливают конкретные причины и причинители травм, условия, при которых они произошли, проводят начальный анализ этих условий. Чем тяжелее

травма, тем важнее и сложнее ее расследование. Расследованию подлежат все виды травм. Тяжелые травмы, повлекшие за собой перевод работника на другую работу, утрату им трудоспособности (временную или стойкую) либо его смерть, расследуют в соответствии с Положением о порядке расследования и учета несчастных случаев на производстве, утвержденном Правительством Российской Федерации. На основании этого Положения разрабатывают Инструкции по расследованию несчастных случаев и аварий. Основные требования этих документов, связанные с расследованием несчастных случаев, сводятся к следующему.

О каждом несчастном случае на производстве пострадавший или очевидец извещает мастера или другого соответствующего руководителя работ. Последние обязаны немедленно организовать первую помощь пострадавшему, известить о несчастном случае вышестоящего руководителя (работодателя) и обеспечить сохранение до расследования обстановки на рабочем месте в том состоянии, в каком она была в момент происшествия¹.

Работодатель, получив сообщение о травмировании его работника, обязан прежде всего обеспечить пострадавшему незамедлительное оказание медицинской помощи, организовать формирование комиссии для расследования несчастного случая и принять меры для сохранения обстановки на месте происшествия такой, какой она была в момент травмирования. Кроме того, работодатель в случае тяжелой травмы или при групповом несчастном случае должен сообщить о происшествии в соответствующие государственные органы (государственную инспекцию труда, прокуратуру, орган госгортехнадзора и др.). Сообщение в эти органы необходимо для организации более глубокого расследования несчастного случая, разработки более широких мероприятий по недопущению подобных несчастных случаев в будущем, оказания более существенной материальной помощи родным и близким пострадавших, изучения специальных аспектов происшествия (вопросы государственной безопасности, политические аспекты и др.).

Расследование несчастного случая осуществляет комиссия в составе представителей работодателя и профсоюзного органа. В расследовании может принимать участие доверенное лицо пострадавшего.

Срок проведения расследования — трое суток с момента происшествия несчастного случая.

¹ Обстановку сохраняют в первоначальном состоянии, если это не угрожает безопасности работников и не вызовет аварии.

При групповых несчастных случаях, несчастных случаях со смертельным или возможным инвалидным исходом в состав комиссии включают также государственного инспектора по охране труда и представителя органа исполнительной власти, а срок расследования такого происшествия увеличивается до 15 дней. Если при несчастном случае погибли пять работников и более, уровень комиссии становится еще выше: в нее включают государственного инспектора по охране труда Федеральной инспекции труда при Министерстве труда Российской Федерации и представителей соответствующего федерального органа исполнительной власти. В специальных случаях создают правительственные комиссии.

После расследования работодатель разрабатывает мероприятия по реализации выводов комиссии, прежде всего по предупреждению повторения подобных несчастных случаев, а также по возмещению вреда пострадавшим, предоставлению им компенсаций и льгот.

На каждый несчастный случай, вызвавший необходимость перевода пострадавшего на другую работу не менее чем на один день, потерю им трудоспособности не менее чем на один день или смерть, оформляют специальный акт (по так называемой форме Н-1), в котором фиксируют время и место происшествия несчастного случая, содержатся сведения о пострадавшем, проведении с ним обучения и инструктажей по охране труда, подробно излагаются обстоятельства несчастного случая и его причины, указываются лица, допустившие нарушение государственных нормативных требований по охране труда с описанием этих нарушений, излагаются мероприятия по устранению причин подобных несчастных случаев и сроки их выполнения. Акт утверждается работодателем.

При каждом групповом несчастном случае, случае со смертельным или возможным инвалидным исходом составляют материалы, уточняющие обстоятельства несчастного случая: планы, схемы, эскизы, фото-, кино- и видеоматериалы, выписки из журналов регистрации инструктажей и протоколов проверки знаний пострадавших по охране труда, экспертные заключения, медицинское заключение и ряд других документов. Анализ таких материалов позволяет более глубоко изучить обстоятельства несчастного случая и разработать более обоснованную систему мероприятий по предупреждению подобных несчастных случаев. На их основании кроме акта по форме Н-1 составляют более подробный акт о расследовании указанных видов несчастных случаев, к которому прилагают упомянутые ранее материалы расследования.

При расследовании прежде всего выясняют место, время и характер несчастного случая. Далее осуществляют осмотр мес-

та происшествия, рассматривают технико-организационную документацию. проводят опрос свидетелей, организуют охрану места происшествия с целью сохранения обстановки. Если авария продолжается или ведутся горноспасательные работы, все изменения должны быть зафиксированы работниками ВГСЧ.

Проводят изъятие всей технической документации, связанной с несчастным случаем (паспорта работ, книги нарядов и др.).

При расследовании весьма важно установить ход событий, предшествующий несчастному случаю, так как его анализ позволит более правильно установить причины несчастного случая.

Расследование выполняют обычно с использованием технического метода анализа. В необходимых случаях к расследованию привлекают экспертов (отдельных специалистов или организации), осуществляют расчеты и лабораторные анализы (например, состава воздуха).

Учет несчастных случаев. Такой учет ведут в организации по основному месту работы пострадавшего, где хранят все акты по форме Н-1 в течение 45 лет. Каждый акт регистрируют в специальном журнале.

Все несчастные случаи, оформленные актом по форме Н-1, включают в статистический отчет о временной нетрудоспособности и травматизме на производстве.

При групповых несчастных случаях, несчастных случаях со смертельным и возможным инвалидным исходом акты и материалы расследования направляют в прокуратуру, государственную инспекцию труда по месту происшествия, органы государственного надзора и Федеральную инспекцию труда при Министерстве труда Российской Федерации.

Столь широкое ознакомление государственных органов с наиболее тяжелыми и социально значимыми несчастными случаями говорит о большом внимании, уделяемом государством проблеме охраны труда.

Службы безопасности организаций должны регулярно анализировать эффективность проводимых мероприятий по предупреждению несчастных случаев и вносить необходимые предложения руководителям организацией.

Лица, виновные в происшествии несчастных случаев, привлекаются к ответственности в соответствии с действующим законодательством.

Правильно поставленный учет несчастных случаев является основой достоверного анализа травматизма. Он необходим для оценки работы предприятий и их руководителей в области охраны труда.

Часть II

ГОРНОСПАСАТЕЛЬНОЕ ДЕЛО

Глава 12

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ АВАРИЯХ В ШАХТАХ

Авария — неуправляемое событие, нарушающее нормальный ход технологического процесса, создающее угрозу жизни и здоровью персонала и вызывающее материальные потери.

В шахтах возможны аварии техногенного и природного происхождения.

Техногенные аварии обычно возникают вследствие нарушения технологического режима (нарушение параметров ведения горных работ, применение несоответствующего оборудования, несоблюдение графика ремонтных работ и т.п.). Их устраняют обычными методами, используемыми при соответствующих ремонтных работах и в большинстве своем не требующими применения специального оборудования и вмешательства горноспасательных частей. Исключение составляют случаи, связанные со спасением людей в условиях непригодной для дыхания атмосферы и при завалах.

В возникновении и развитии природных аварий преобладающее значение имеют природные явления. Среди них доминируют явления, быстро развивающиеся во времени (динамические), — взрывы, обрушения, внезапные выбросы горных пород и газа и др. К этой же группе относят пожары от самовозгорания горной массы и с некоторой условностью — пожары от внешних причин. В последнем случае (при пожаре от внешних источников) причина, приводящая к возгоранию, обычно технологического характера (искра, трение и др.). Однако дальнейшее развитие такого пожара подчиняется тем же законам, что и пожара от самовозгорания.

В настоящей части учебника рассматривают природные аварии, являющиеся наиболее тяжелыми. Предупредить эти аварии значительно труднее, чем аварии технологические, в большинстве своем связанные с нарушением организации работ. Для спасения застигнутых такими авариями людей и ликвидации их последствий требуется применение специальных мето-

дов, специального оборудования и специально обученного персонала военизированных горноспасательных частей. Далее в главах 13 – 17 рассматривают следующие виды аварий: шахтные пожары, взрывы газа и пыли, внезапные выбросы пород и газа, горные удары, затопления выработок.

Приводятся факты, определяющие возникновение аварийного явления, механизм и условия развития аварии, принципы и основные способы борьбы с ними.

В главах 18 – 21 рассматривают организационные мероприятия по спасению застигнутых авариями в шахте людей, предупреждению и ликвидации последствий аварий: подготовка шахты к ликвидации аварий, организация горноспасательной службы в России, проведение горноспасательных работ.

Глава 13

ШАХТНЫЕ ПОЖАРЫ

13.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ШАХТНЫХ ПОЖАРАХ

Пожары в горных выработках называют шахтными. К ним относят и пожары на поверхностных объектах, когда огонь и газы могут попасть в шахту.

Более половины всех аварий на угольных шахтах и рудниках приходится на шахтные пожары. Они сопровождаются большими экономическими потерями. Затраты на ликвидацию шахтных пожаров составляют 80 – 95 % затрат на ликвидацию всех аварий на горных предприятиях. Смертельный травматизм от шахтных пожаров составляет около 0,6 % всего травматизма на угольных шахтах и 0,2 – 0,4 % на рудниках. Кроме того, на угольных шахтах 3 % взрывов пылегазовоздушных смесей происходят от пожаров. Если отнести травматизм от этих взрывов на пожары, то удельный вес их в общем травматизме повысится до 0,8 – 0,9 %.

По происхождению пожары в горных выработках (подземные пожары) делят на экзогенные, возникшие от внешнего теплового источника (например, открытого огня, короткого замыкания, трения, взрывных работ), и эндогенные, возникшие от самонагревания и самовозгорания угля и сульфидных руд в отработанных частях угольных пластов или рудной залежи. На угольных месторождениях возможны самовозгорания в разрушенных целиках при фильтрации через них воздуха.

13.2. 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:

- неисправное 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 роlikоопоры и пробуксовывающие барабаны, трение в неисправных и не смазанных 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, что способствует быстрому развитию пожара.

В заключение следует отметить, что 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 самонагревания;
- 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 самонагревания 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, остающиеся 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 мелкодробленых руд или угля в рудоспусках и углеспускных печах, достаточного притока воздуха к скоплению и большой окисляющей 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 °С) 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. Исключение составляет Горловская антиклиналь в Донбассе. Для месторождений СНГ неизвестны случаи самовозгорания антрацитов. Однако в пределах одной степени метаморфизма угли сильно отличаются по химической активности. В одном разрезе пласта отдельные прослои также могут сильно отличаться по склонности к самовозгоранию. Причем в одном пласте активнее матовые прослои, в другом — блестящие. Есть основание считать, что решающую роль здесь играет способность пропускать кислород, т.е. петрографическая структура угля. Например, фюзинит хорошо проницаем, и на контакте с ним нагревается витринит. По простиранию пластов активность угля имеет повышенное значение в зонах тектонических нарушений, особенно при разгрузке от горного давления. По падению пластов наибольшую активность часто наблюдают на глубине 50 — 100 м. На меньшей глубине она ниже вследствие выветривания, а на большей — уголь переходит в состояние малой активности. При длительном воздействии кислорода воздуха активность может возрасти. Отмечено повышение склонности к самовозгоранию углей с низкой метаноносностью и повышенной хрупкостью.

Углистые сланцы нередко обладают большей активностью, чем угли той же стадии метаморфизма, особенно при увлажнении. На месторождениях сульфидных руд углистые сланцы могут создать такую же большую пожарную опасность, как и в угольных шахтах. Горючие сланцы значительно менее склонны к самовозгоранию, чем уголь.

Процесс окисления углей при контакте с кислородом воздуха включает в себя следующие элементы: 1) диффузионно-конвективный газообмен у действующей поверхности угля; 2) адсорбцию кислорода поверхностью угля и десорбцию; 3) химические превращения — окисление угля; разрушение окисной пленки на поверхности угля, образование свободных радикалов; реагирование радикалов с валентно-насыщенными молекулами; переход CO и H_2 в CO_2 и H_2O , возврат последних из газовой среды на поверхность угля; 4) термическое разложение вещества угля с образованием летучих продуктов; 5) теплообмен внутри системы и со средой.

Эти элементы имеют разные сочетания и значимость, определяемые в основном температурой. В зависимости от условий процесс может иметь фазы (рис. 13.1) низкотемпературного окисления, среднетемпературного окисления, неизотермического во времени и пространстве процесса возгорания (иногда взрыва), неизотермического в пространстве процесса горения.

При низких температурах (ниже $50 - 100^\circ\text{C}$) 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

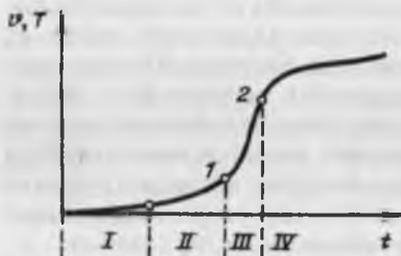


Рис. 13.1. Зависимость скорости окисления угля v и температуры T при самовозгорании от времени t : 1 — температура возгорания; 2 — температура воспламенения; I и II — низкотемпературная и среднетемпературная фазы; III и IV — фазы возгорания и горения

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 °С. Выше некоторой температуры, различной для разных углей, скорость окисления начинает увеличиваться (см. рис. 13.1). Это объясняется главным образом распадом слоя "оксиугля" на реагирующем веществе угля, а также ускорением химической реакции под действием температуры.

Из-за распада поверхностного слоя и улетучивания легких продуктов только часть прореагировавшего кислорода удерживается углем. Распределение кислорода между углем и улетучивающимися продуктами окисления закономерно изменяется с повышением температуры. При низких температурах почти весь кислород удерживается углем. С повышением температуры все большая его часть переходит в летучие продукты окисления.

Состав этих продуктов меняется с изменением температуры. При низких температурах они состоят главным образом из во-

ды, в небольших количествах образуется CO_2 . С повышением температуры относительное количество воды уменьшается, а CO_2 увеличивается.

При температуре около 400°C кислород перестает удерживаться каменным углем и переходит в летучие продукты окисления.

С повышением температуры скорость поглощения кислорода стенками трещин внутри куска угля увеличивается. Поэтому основное количество кислорода поглощается в начале трещин, и глубина его проникновения внутрь куска постепенно уменьшается, а действующей поверхностью становится только внешняя поверхность куска.

Когда сопротивление угля притоку кислорода из-за разрушения окисленного слоя на реагирующей поверхности становится незначительным, процесс переходит в типичную фазу среднетемпературного окисления. Для нее приток кислорода внутрь куска угля перестает быть определяющим фактором, так как в реакцию вступает только тонкий слой внешней поверхности куска. Вместе с тем процесс идет еще достаточно медленно, и поэтому концентрация кислорода на внешней поверхности куска практически не отличается от его концентрации в газовой среде. По этой причине приток кислорода не оказывает влияния на ход процесса. Главным элементом процесса в этом случае становится химическое реагирование. Это так называемая "кинетическая область" химических процессов, так как к ней применимы законы химической кинетики. Очевидно, что скорость среднетемпературного окисления не должна зависеть от движения газовой среды.

В этой фазе весь прореагировавший кислород переходит в летучие продукты, вследствие чего окисленный поверхностный слой не утолщается и его сопротивление притоку кислорода не увеличивается. Поэтому скорость окисления не уменьшается со временем. Изменение ее может происходить только под действием других факторов.

Скорость среднетемпературного окисления, как и при низких температурах, в значительной степени зависит от рода угля.

Типичная форма процесса среднетемпературного окисления сохраняется до температуры возгорания, при которой самонагревание угля получает большое значение и становится характерным для процесса.

Температура возгорания зависит от соотношения между генерацией и отдачей тепла.

Самонагревание вызывает дополнительное ускорение процесса сверх того, которое вызвано повышением температуры среды. Поэтому небольшое увеличение температуры воздуха

вызывает резкое повышение температуры угля, и ускорение процесса приобретает скачкообразную форму. Эту форму процесса можно рассматривать как самостоятельную, для нее характерно самоускорение вследствие самонагрева угля.

При более высокой температуре возникает новое изменение в механизме процесса, состоящее в том, что скорость расходования кислорода на внешней поверхности куска угля становится больше скорости притока кислорода из газовой среды. Таким образом, его концентрация вблизи поверхности меньше, чем в газовой среде. Соответственно уменьшается влияние температуры на ускорение процесса, и он выходит из "кинетической области", так как при этом большое значение приобретают элементы притока кислорода из газовой среды.

Дальнейшее изменение состоит в том, что летучие вещества, выделенные углем, начинают реагировать с притекающим кислородом. Это еще более уменьшает концентрацию кислорода вблизи поверхности угля. Когда концентрация этих веществ вблизи поверхности угля достигает предела воспламенения, то при наличии определенной температуры, называемой *температурой воспламенения*, образуется пламя.

При этой температуре с углем начинают реагировать CO_2 и H_2O , вследствие этого вблизи поверхности угля увеличивается образование горючих газов (CO и H_2), которые реагируют с притекающим кислородом. При дальнейшем повышении температуры количество горючих газов увеличивается настолько, что весь притекающий к поверхности угля кислород расходуется на их окисление в пламени и перестает достигать поверхности угля. Окисление поверхности идет только за счет реакций с CO_2 и H_2O : процесс переходит в фазу *горения*. Главными его элементами являются диффузия и теплопередача между частями системы и в окружающую среду. Это так называемая "диффузионная область" химических процессов.

Реакции CO_2 и H_2O с углем являются эндотермичными, поэтому температура угля становится ниже температуры прилегающего к нему слоя газа. Она поддерживается переносом тепла и излучением из фронта пламени.

Все эти изменения в механизме процесса окисления при переходе в форму горения приводят к тому, что увеличение скорости протекания этого процесса с повышением температуры резко уменьшается. Возникает сильная зависимость скорости окисления от движения газовой среды, так как оно ускоряет приток кислорода.

Различия в скорости окисления разных углей при этом сглаживаются, так как определяющим фактором становится

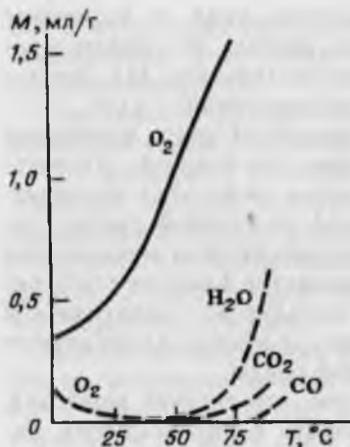


Рис. 13.2. Зависимость сорбции (десорбции) M от температуры T ; сплошная линия — сорбция кислорода, штриховые линии — десорбция O_2 , H_2O , CO_2 и CO

от температуры, размера действующей поверхности и полей концентрации газов.

Количественное соотношение сорбции кислорода и десорбции газов при низкотемпературном окислении можно получить из опыта, проведенного с углем, который измельчили до крупности 0,25 мм. Результаты этого эксперимента представлены на рис. 13.2.

При температуре 0 °C около 40 % сорбированного кислорода десорбируется в неизменном состоянии, но уже при 25 °C десорбируется лишь небольшая доля (около 5 %) поглощенного кислорода.

Значительное количество воды можно получить при 70 °C, CO_2 начинает образовываться при температуре около 60 °C, но в значительно меньших количествах, и только при 90 °C количество CO_2 достигает 0,15 – 0,2 мл/г.

Для слабометаморфизованных каменных углей оксид углерода появляется уже при температуре 40 – 50 °C, для более преобразованных углей его или не обнаруживают совсем, или этот газ появляется только при 90 °C и в малых количествах (0,05 мл/г).

Общее количество десорбированного газа с повышением температуры от 0 до 30 °C сокращается вследствие уменьшения количества кислорода, а затем увеличивается из-за выделения

приток кислорода в пламя, который не зависит от природы угля. Индивидуальные особенности углей проявляются главным образом в скорости выделения горючих газов.

При горении должно выделяться тепло, достаточное для поддержания участвующих в нем веществ в накаливаемом состоянии, т.е. в области температур, при которых процесс идет достаточно быстро. Очевидно, что в этом случае существенное значение приобретает отдача тепла в окружающую среду.

Итак, с изменением механизма процесса, вызванным преобладанием тех или иных его элементов, изменяется его форма. Соответственно происходит изменение скорости окисления, зависимости ее

H_2O , CO_2 и CO . Однако в эти продукты окисления при этих температурах переходит лишь малая часть сорбированного кислорода, большая часть его образует уголь-кислородный комплекс.

Эти данные хорошо согласуются с представлениями о механизме окисления каменного угля. Большая часть поглощаемого кислорода связывается углем, причем образуется "оксиуголь". Десорбция части O_2 в неизменном состоянии объясняется тем, что, находясь в слое "оксиугля", он не успевает прореагировать. С повышением температуры постепенно ускоряется распад "оксиугля" с преимущественным образованием H_2O .

Для угля, ранее находившегося в контакте с воздухом, т.е. окисленного (например, оставленного в выработанном пространстве), дальнейшее окисление существенно ускоряется не только под влиянием роста температуры, но и смачивания, вызывающего раскрытие и расширение микротрещин (с шириной не ниже $10^{-6} - 10^{-7}$ м) за счет капиллярных сил и сил смачивания — растекания пленки воды по поверхности трещин и пор диаметром менее $10^{-6} - 10^{-7}$ м. В шахтной воде присутствуют добавки, делающие ее соленой или подкисленной, поэтому она действует более активно, как электролиты вообще. Активирующее действие воды тем больше, чем дольше уголь находится в соприкосновении с воздухом. В выработанных пространствах шахт обычно имеют место подобные условия.

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 °С до 0,0012 мл/(г·ч) при 25 °С и 0,0065 мл/(г·ч) при 50 °С).

При окислении сульфидов не образуется хорошо выраженный оксислой, 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.

13.3. ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ И ГОРНТЕХНИЧЕСКИЕ 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. Относительную 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 месторо-

ждения 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 20° 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 пространствах. 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.

Прослой 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 добывается 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 скопления окисляющихся горных пород в выработанном пространстве, которые образуются в результате их применения, а также по структуре выработанных пространств и возможности использо-

вания 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 неокисляющихся 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.

Проницаемость скоплений горных пород обычно неравномерна по их объему. Кусковые породы образуют каналы с повышенной проницаемостью вдоль твердых поверхностей, с которыми они соприкасаются. Со временем проницаемость скоплений изменяется также неравномерно. Например, в выработанных пространствах она может увеличиваться вследствие оседания и раздавливания целиков, но может и уменьшаться из-за слеживания горных пород. При насыпании в отвал или штабель крупные куски откатываются дальше мелких от места падения и скапливаются в нижней части.

Разность газовых давлений, вызывающая приток воздуха, создается принудительной вентиляцией, разностью температур и колебаниями атмосферного давления. Для штабелей и отвалов большое значение имеет также направление ветра.

Для самовозгорания важен не только внешний приток воздуха в скопление пород, но и внутренний — к реагирующему веществу внутри отдельных кусков пород. Этот приток зависит от степени измельчения породы. С ее увеличением ускоряется процесс окисления, а следовательно, и генерация тепла. Однако скорость окисления повышается непропорционально увеличению поверхности зерен измельченного материала и имеет значительно меньший рост.

Вследствие разности температур на поверхности и в выработанных пространствах возникает конвекция воздуха, направленная снизу вверх. При нисходящих токах воздуха, создаваемых шахтной вентиляцией, приток воздуха в выработанное пространство может уменьшиться.

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 изолированной, части участка.

Как показывает практика, большое значение имеет скорость ведения горных работ. С ее увеличением пожароопасность обычно уменьшается.

13.4. ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ШАХТНЫХ ПОЖАРОВ

Очаг шахтного пожара омывается воздушным потоком и граничит с боками горных выработок. Вследствие первой особенности состав шахтной атмосферы претерпевает существенные изменения (рис. 13.3), которые зависят от температуры в очаге пожара. Даже при интенсивном разбавлении пожарных газов

доля кислорода по массе снижается до 12 %, а доля оксида углерода по объему достигает 0,5 – 1 %. При температуре 1200 °С доля кислорода по массе приближается к нулю (см. рис. 13.3). Время разгорания пожара в горных выработках зависит от скорости вентиляционной струи, влажности крепи и других условий.

Бока выработок накапливают большое количество тепла, что обеспечивает передачу теплового импульса на значительные расстояния по струе и создает теплокумулятивный эффект – взаимонагрев посредством теплоизлучения противоположных боков выработок. Для ограничения распространения пожара по вентиляционной струе необходимо в отличие от пожара на поверхностном объекте охладить поток пожарных газов и бока выработок. Шахтный пожар в горных выработках площадью поперечного сечения 6 – 12 м² при скорости вентиляционной струи около 1,7 м/с распространяется как по ее ходу, так и в противоположном направлении, хотя и медленно; при скорости вентиляционной струи более 1,7 м/с – только по ходу воздушной струи. Распространение пожара навстречу вентиляционному потоку происходит по обычному сценарию: нагрев – подготовка к горению – возгорание – горение. По ходу вентиляционной струи скорость распространения пожара может быть весьма значительной и пропорциональной скорости воздушного потока (рис. 13.4). При высокой температуре в очаге из-за отсут-

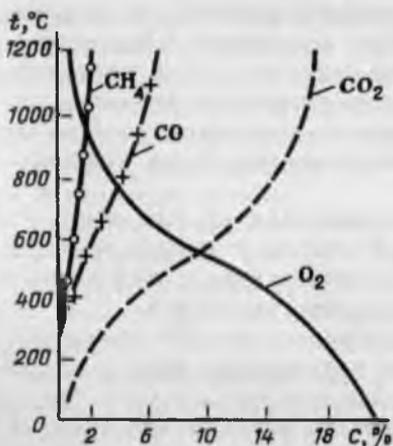


Рис. 13.3. Зависимость температуры пожарных газов t от их состава C

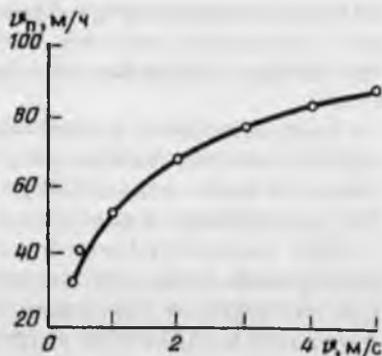


Рис. 13.4. Зависимость скорости распространения пожара v_n по горным выработкам от скорости вентиляционной струи v

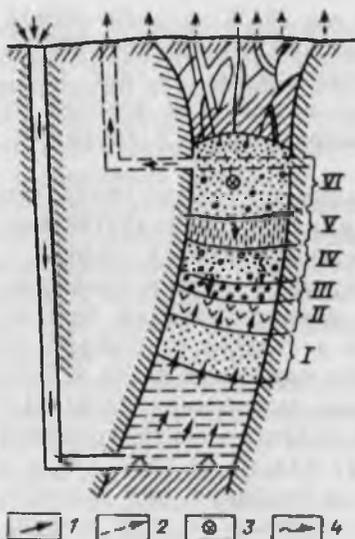


Рис. 13.5. Схема распространения очага эндогенного пожара в выработанном пространстве:

1 — направление воздушной струи; 2 — направление распространения газов (продуктов горения и окисления); 3 — очаг самовозгорания; 4 — направление движения очага самовозгорания. I — VI — зоны пожара

нии волнистых стрелок. Пунктирными стрелками показаны газы — продукты горения, выходящие из пожарного участка по трещинам и выработкам, которые соединяют его с поверхностью.

С повышением температуры увеличиваются как тепловая депрессия, способствующая подосу воздуха в участок пожара, так и скорость реакций горения. В соответствии с этим возрастают активность и скорость распространения пожара.

При распространении очага эндогенного пожара различают следующие зоны, последовательно перемещающиеся от очага возникновения в направлении притока воздуха (см. рис. 13.5):

I — зона испарения гигроскопической влаги, в ней происходит выделение основной массы влаги, содержащейся в горючем;

II — зона выделения летучих, она характеризуется пироге-нетическим разложением горючего с выделением из него лету-

ствия кислорода в отходящих газах горения не наблюдается, происходит коксование и возгонка горючих материалов.

Ограничение пожара боками выработок и зависимость его от вентиляционной струи позволяет использовать эти обстоятельства для борьбы с пожаром путем вентиляционных маневров. Так, меняя многократно направление вентиляционной струи с малым содержанием кислорода, удавалось гасить пожары.

Для своевременного обнаружения очага самовозгорания весьма важно знать закономерности его распространения.

Как правило, очаг горения в выработанном пространстве распространяется навстречу фильтрующему воздуху.

При фильтрации воздуха (рис. 13.5) процесс горения от места возникновения пожара постепенно распространяется в сторону притока кислорода, поддерживающего горение, т.е. в направлении

чих веществ; здесь наблюдают начало химического взаимодействия между кислородом и горючим веществом;

III — зона воспламенения, в ней происходит развитие окислительного процесса в интенсивное горение; по размерам эта зона невелика, но ее роль значительна, так как она служит источником возникновения IV зоны;

IV — зона горения, для нее характерно наличие свободного кислорода и частиц раскаленного горючего;

V — зона восстановления, в ней газы — продукты горения — почти не содержат свободного кислорода, поэтому здесь протекают преимущественно вторичные реакции восстановления;

VI — зона потухания, или инертная зона; она характеризуется выгоранием горючего и накоплением золы, что в заметной степени происходит уже в зоне восстановления. В зоне потухания среди органической и неорганической массы, подвергнувшейся в той или иной степени пирогенетическому разложению, выделяются (как островки) включения негорючих инертных пород.

Если к очагу воздух поступает медленно сверху вниз, то пожар распространяется навстречу, вверх или, как говорят, поднимается.

13.5. ОБНАРУЖЕНИЕ ОЧАГОВ САМОВОЗГОРАНИЯ

Первичной мерой обнаружения очагов самовозгорания является рассмотрение горно-геологической обстановки по планам горных работ и разрезам толщи в сопоставлении с данными о возникновении очагов самовозгорания на шахтном поле.

Следующим шагом является организация контроля во всех местах, представляющих опасность.

Методы обнаружения эндогенных пожаров разделяют на четыре основные группы:

- физиологические, основанные на обнаружении пожаров по так называемым "внешним" признакам, непосредственно улавливаемым органами чувств (зрением, обонянием, через болевые ощущения и др.) без каких-либо специальных приборов и аппаратуры;

- химико-аналитические, с помощью которых устанавливают признаки пожарной опасности в основном по результатам опробования и химического анализа шахтного воздуха, шахтной воды, горных пород, материалов крепи и закладки;

- минералого-геохимический, использующий явление образования вторичных минералов при развитии окислительных процессов в шахте;

- физические, основанные на распознавании пожара с помощью специальных приборов по тем физическим параметрам, которые в определенной мере зависят от теплового состояния среды, температуры шахтного воздуха, воды и горных пород, влажности шахтного воздуха и др.

Целесообразнее всего комплексно использовать все имеющиеся способы, дополняя и проверяя полученные данные.

Физиологические методы. При температуре около $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ почти 40 % прореагировавшего с углем кислорода переходит в воду. С повышением температуры количество этой воды уменьшается.

Вода, гигроскопичная и образующаяся в результате окисления угля, повышает влажность шахтного воздуха. Увеличение влажности в очаге возгорания может быть обнаружено визуально в виде тумана и выпоты. Туман образуется при конденсации водяных паров в холодном воздухе, выпоты — путем оседания капелек влаги на более холодных поверхностях (крепь, бока выработок и др.).

Следует иметь в виду, что туман и выпоты могут наблюдаться и при отсутствии нагревания ископаемого, например, в местах встречи двух воздушных струй с различной температурой. При этом может образоваться смесь воздуха, перенасыщенная водяными парами, в результате чего происходит конденсация последних.

Белые налеты (выцветы) на боках выработок появляются в результате окисления сернистого железа и перехода его в сульфат железа.

В выработках угольных шахт верным признаком наличия пожарного очага является **запах**, напоминающий запах нефтяных продуктов (керосина, бензина и т.п.), а позднее, при дальнейшем развитии пожара — запах смолы (скипидара).

Этот запах (и масляный вкус) обусловлен присутствием в пожарных газах пентана (C_5H_{12}), гексана (C_6H_{14}) и других углеводородов предельного ряда в смеси с непредельными — этиленом (C_2H_4), бензолом (C_6H_6) и др.

Запах термического разложения сосновой смолы, вызванный испарением из нее эфирных масел, ясно ощутим в воздухе при нагревании древесины от $60 - 70\text{ }^{\circ}\text{C}$. При дальнейшем нагревании древесины хвойных пород примерно до $90 - 130\text{ }^{\circ}\text{C}$ появляются более острые запахи муравьиной кислоты и скипидара, а затем, начиная со $120 - 140\text{ }^{\circ}\text{C}$ и выше, — характерный кислотато-битуминозный запах (в результате образования при дистилляции древесины некоторого количества уксусной кисло-

ты, метилового спирта и дегтя). По мере нагревания древесины запах дегтя становится все более ощутимым.

Для рудников признаком наличия пожарного очага служит запах сернистого ангидрида (SO_2)¹, появляющийся при нагревании самородной серы и сульфидов. SO_2 — газ с чрезвычайно резким запахом и вкусом, раздражает слизистую оболочку носа, рта и гортани, его присутствие в воздухе ощущается уже при доле по объему 0,0005 %.

При разгорании пожара эти запахи сменяются пожарным смрадом, напоминающим запах горячей каменноугольной смолы или дегтя. Вслед за этим появляются дым и (не всегда) пламя.

Несколько ранее пожарного смрада в воздухе выработок явно ощущается примесь удушливых газов (CO_2 и др.), содержание которых постепенно возрастает.

К внешним тепловым признакам относят воспринимаемые человеком повышение температуры воздуха и воды, нагрев отдельных мест на поверхности пород, угля, руд и т.п.

Из наблюдений установлено, что экзотермические реакции окисления ископаемых, достигнув известной степени интенсивности, служат причиной ряда патологических симптомов в человеческом организме.

Болевые ощущения в этих случаях обусловлены главным образом токсичным действием на организм специфических пожарных газов, незначительное количество которых появляется в шахтной атмосфере уже на ранних стадиях эндогенного пожара.

Наиболее ощутимым и частым на этой стадии пожара является продолжительное воздействие на организм слабых концентраций оксида углерода.

При развитии процессов самонагревания организм, реагируя на создавшиеся в подземных выработках атмосферные условия, может испытывать ощущение тепла и общее неприятное самочувствие, сопровождающееся усиленным потоотделением, изредка легкое болевое ощущение на коже в местах, открытых для действия газов, чувство угнетенности, а также быстро наступающую и проходящую головную боль.

Химико-аналитические методы. Уменьшение содержания в воздухе кислорода и увеличение количества углекислого газа может быть вызвано помимо действия очага самовозгорания общим ухудшением вентиляции шахты, а иногда повышенным выделением его из горных пород.

¹ Запах SO_2 можно чувствовать в воздухе и при отсутствии пожара, он может выделяться, например, при бурении шпуров по сернистым породам, производстве взрывных работ и т.д.

Таким образом, сам по себе факт уменьшения содержания в шахтной атмосфере O_2 и увеличения CO_2 без учета местных условий и динамики процесса не всегда может рассматриваться как несомненный признак очага самовозгорания. Однако, если CO и CO_2 обнаруживаются в воздухе выработок в качестве постоянных компонентов, то это с большой вероятностью указывает на наличие очага самовозгорания.

Из практики угольных шахт установлено следующее: если хотя бы ничтожные количества оксида углерода появляются в воздухе в качестве постоянной составляющей и примесь их увеличивается, то это служит несомненным признаком пожара.

Не следует забывать, что некоторые пласты ископаемых углей, например, месторождений Челябинского бассейна, выделяют оксид углерода в незначительных количествах и при отсутствии пожара. В то же время исчезновение из воздуха CO и H_2 в изолированном участке может быть следствием окисления их бактериями.

Появление в шахтном воздухе сернистого ангидрида в качестве постоянной составляющей и нарастающей примеси, не обусловленной нормальными процессами производства, следует считать (подобно тому, как это установлено для CO) явным признаком очага самовозгорания.

Однако сернистый ангидрид, обладая большей плотностью по отношению к воздуху и значительной растворимостью в воде (в одном объеме воды при $0^\circ C$ растворяется около 80 объемов SO_2), редко находится в воздухе в ранней стадии пожара в количествах, поддающихся определению методами технического газоанализа. Чаще о сернистом газе узнают по его специфическому запаху.

Обычно определяют количественное содержание в воздухе выработок углекислоты, кислорода, метана, оксида углерода и реже сернистого газа, оксидов азота. При пожаре следует также выяснить содержание водорода, а иногда этана и этилена. Для определения содержания в воздухе CO , SO_2 и оксидов азота используют колориметрический способ, основанный на изменении окраски реактивов после их взаимодействия с газами. На ранней стадии самовозгорания угля точность индикаторов оксида углерода должна быть не менее доли по объему, равной $0,001 - 0,002 \%$.

По полученным данным анализа проб воздуха проводят следующие расчеты.

1. Определение уменьшения содержания кислорода в воздухе по азоту

$$-(\Delta O_2) = 0,265N_2 - O_2,$$

где 0,265 – нормальное отношение O_2 к N_2 в воздухе (20,96 : 79 = = 0,265); N_2 – доля азота по массе в пробе; O_2 – доля кислорода по массе.

2. Определение прироста углекислоты путем вычитания из установленного посредством анализа содержания CO_2 нормального содержания CO_2 в атмосферном воздухе (0,04 %).

3. Определение прироста содержания в пробе оксида углерода (CO), сернистого ангидрида (SO_2) и других газов.

Вода, выходящая из очага самонагревания сульфидных руд, характеризуется содержанием в ней двухвалентного железа Fe^{2+} , сернистого газа SO_2 и продуктов распада древесины. Fe^{2+} и SO_2 являются первичными продуктами воздействия на сульфиды воды и кислорода воздуха, поэтому высокая концентрация их в шахтной воде указывает на интенсивно идущий процесс окисления сульфидов.

Данные анализов воды на одном из рудников Урала приведены ниже.

Место взятия пробы в шахте	Непожарный участок	Пожарный участок
H_2SO_4	0,25	5,92
SO_2 (общий)	0,44	52,94
Cu	0,024	8,31
Fe	0,087	32,7

Таким образом, повышенная минерализация и окисляемость подземных вод может быть признаком начинающегося эндогенного пожара. Для анализа следует брать по возможности проточную воду, замеряя при этом ее дебит и температуру.

Минералого-геохимический метод. В условиях активизации окислительных процессов протекают реакции, способствующие образованию особых минеральных ассоциаций. Эти ассоциации можно выделить в особую генетическую группу так называемых минералов подземных пожаров. Выделено и описано свыше 20 таких минералов.

Для каждой фазы пожара характерны свои геохимические процессы минералообразования. Следовательно, каждая фаза пожара отличается своей особой ассоциацией минералов, которая изменяется в основном в зависимости от возраста пожара и химического состава руд.

Физические методы. При термохимических наблюдениях осуществляют замеры и исследования температуры воз-

духа и воды в горных выработках, непосредственно доступных наблюдателю, а также в контрольных скважинах и шпурах.

По данным наблюдений строят геозотермы, по которым проводят оконтуривание очагов самонагрева, определяют скорость и направление развития или затухания тепловых процессов в недрах.

Имея разрезы пожарного участка в геозотермах, можно решить ряд практических задач: наблюдать наличие или отсутствие в пределах данного участка опасного повышения температур; определять границы зоны повышенных температур; изучать процесс протекания начинающегося пожара во времени, его усиление или ослабление через определенные промежутки времени; определять направление и скорость подвигания пожара по различным радиусам и т.д.

Метод оконтуривания пожарных участков в геозотермах применяют как в рудниках, так и угольных шахтах.

Наблюдения за влажностью шахтного воздуха с применением психрометра проводят одновременно с определением его количества, проходящего по выработкам, и барометрического давления в пунктах замера. Зная абсолютную влажность, легко выяснить теплосодержание единицы объема воздуха.

Графики, построенные в координатах теплосодержание — время, позволяют дополнить данные, получаемые посредством замера температур.

Может оказаться, например, что в течение некоторого времени теплосодержание воздуха, выходящего из подозреваемого в наличии очага самовозгорания участка, возрастает, хотя сухой термометр показывает в этот же период даже некоторое снижение температуры.

Так называемый потенциометрический метод заключается в измерении электрических потенциалов, возникающих в породах под влиянием действующего очага пожара. Эти потенциалы могут быть вызваны наличием разности температур в породах и протекания окислительных процессов.

Измеряют естественные электрические поля — спонтанные потенциалы (ПС) и поляризационные потенциалы (ПП).

В первом случае измеряют разность потенциалов между двумя электродами, расположенными на поверхности или в скважинах. Во втором случае через те же электроды пропускают сильный ток, который поляризует контакты между разными породами и углем (или рудой). После размыкания контактов измеряют ток поляризации, имеющий обратное направление.

В пределах температур, представляющих наибольший интерес для распознавания начинающегося самонагрева (10 —

100 °С), ПС и ПП с повышением температуры изменяются. При этом изменение потенциала в границах действия электрического поля является величиной относительной и выражается в процентах от начального значения потенциала в точке наблюдения.

Построенные по данным измерений изолинии потенциалов замыкаются вокруг очага пожара, позволяя тем самым определить его место расположения.

13.6. 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, выполнению 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 химической 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 %-ные водные растворы бензосульфокислоты, триэтаноламина, 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 воздухо непроницаемых 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 воздухо непроницаемыми 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 рас-

пространения 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 увеличиваетя, в газовых шахтах повышается также и содержание метана. В газовых шахтах, где имеется опасность быстрого накопления метана до взрывчатой концентрации в промежуток 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 воздухо непроницаемым материалом, подаваемым в виде пульпы по скважинам, которые пробурены с поверхности или из подземных выработок, и по подземным пульповодам, происходит охлаждение очагов самонагревания и самовозгорания и изоляция их от доступа воздуха, вследствие чего замедляется и даже прекращается процесс окисления. Заиловочным материалом обычно служат песчано-глинистые грунты наносов, залегающие на поверхности.

Консистенция пульпы, т.е. отношение объема (в массиве) размытого заиловочного материала к объему воды, в летний период составляет 1:5 — 1:7, а в зимний — 1:12 — 1:15.

Нецелесообразно проилливать 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 заиловочных 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.

13.7. 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 трудновоспламеняющиеся с показателем возгораемости 0,5 — 2,1.

Огнестойкость 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 °С на поверхности, противоположной пожару, или до снижения несущей способности конструкции.

Степень пожароопасности 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 $t_{всп} < -13$ °С; II разряд (постоянно опасные) при $t_{всп} < 27$ °С; III разряд при 27 °С $< t_{всп} < 66$ °С.

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 °С, баллонов с горючими газами, лампы 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 °С;

- категория В (пожароопасные) — надшахтные здания, угольные склады, погрузочные бункеры, галереи и эстакады, склады

горючих и смазочных материалов с температурой вспышки более 61 °С, 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 (б р а н д м а у э р ы) 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. 13.1).

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.

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	- " -

П р и м е ч а н и е. В скобках указаны пределы огнестойкости в часах.

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 оставляются незастроенными п р о т и в о п о ж а р н ы е р а з р ы в ы. 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 п р о т и в о п о ж а р н о й п р о ф и л а к т и к и 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 (см. гл. 14), 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 околовольных дворов и выработок главных направлений с помощью противопожарных дверей и перемычек с запасом материалов.

На случай возникновения пожара, кроме того, заблаговременно предусматривают меры по спасению людей, рассмотренные в главах 18, 20.

13.8. ЛИКВИДАЦИЯ ПОДЗЕМНЫХ ПОЖАРОВ

Способы тушения подземных пожаров. Различают три способа тушения пожаров: активный, изоляцией и комбинированный.

Активный способ — непосредственное воздействие на пожарный очаг огнегасительными средствами или удаление горящих масс с их охлаждением.

Способ изоляции — прекращение доступа воздуха, т.е. кислорода, в пожарный очаг посредством установки перемычек, тампонирования трещин или путем затопления и закладки.

Комбинированный способ — сочетание непосредственного воздействия на пожарный очаг огнегасительными средствами с прекращением к нему доступа кислорода, а также перехода от способа изоляции к активному воздействию на очаг пожара.

В некоторых случаях при изоляции пожара перемычками для более эффективного тушения пожарный участок затопляют инертными газами или заиливают. Такой способ тушения также можно отнести к комбинированным.

Тушение пожара без предварительной изоляции посредством заполнения пожарного участка пеной, водой (затопление), закладкой или инертными газами относят к **дистанционным способам тушения**.

Ликвидацию подземных пожаров всегда начинают с их **локализации**. Цель локализации — ограничить активность и скорость распространения пожара. Локализацию осуществляют следующими способами: сокращением расхода воздуха, поступающего к очагу горения; местным реверсированием вентиляционной струи; установкой водяных завес; установкой временных перемычек, закрытием противопожарных дверей; удалением горючего материала из очага горения и с пути следования пожара; комбинацией вышеперечисленных способов.

Общим приемом тушения подземного пожара, как и ликвидации других природно-технологических аварий, является его **окружение**, заключающееся в воздействии на очаг с помощью средств тушения на всех подступах к нему и на всех путях возможного его распространения с последующим сужением границ окружения до полной ликвидации очага.

Большинство экзогенных пожаров тушат активным способом. Способ изоляции при экзогенных развивающихся пожарах применяют при отсутствии достаточных средств для активной борьбы или наличии опасности для персонала (например, при доле метана по объему более 2%), а также когда применение активного способа невозможно.

Эндогенные пожары чаще всего ликвидируют способом изоляции или комбинированным. Способ изоляции применяют, если очаг недоступен для непосредственного воздействия огнегасительными средствами, например, в выработанном пространстве.

Комбинированный способ применяют при сильно распространившихся пожарах, когда подступы к очагу затруднены из-

за высокой температуры, а огнегасительных средств недостаточно. В этом случае для ограничения развития пожара в доступных местах ставят временные изоляционные перемычки с открывающимися проемами либо закрывают противопожарные двери.

После частичного затухания пожара последовательно, путем шлюзования через проемы перемычек возводят новые перемычки, уменьшая объем изолированных выработок, и тушат пожар по частям с помощью накопленных к этому времени огнегасительных средств.

Одним из надежных приемов преграждения распространяющегося пожара является реверсирование вентиляционной струи на пожарном участке или в масштабе всей шахты. Реверсирование позволяет управлять процессом развития пожара и приостанавливать его распространение за счет сокращения содержания кислорода в воздухе и охлаждения боков выработок.

К маневрированию вентиляционными струями прибегают в большинстве случаев при применении активного и комбинированного способов тушения подземных пожаров.

При ликвидации активным способом пожарного очага в выработанном пространстве иногда оконтуривают (обходят) очаг пожара с помощью выработок, проведенных по целику, разделяют его "пожарными" выработками и ликвидируют по частям.

Тушение пожаров активным способом. Активный способ тушения применяют в случае, когда существует возможность непосредственного воздействия на очаг пожара средствами пожаротушения. При активном способе для тушения пожара применяют огнетушители, воду, пену и другие средства пожаротушения.

Воду используют в виде плотной и раздробленной струи, гидроаэрозоля, пузырьков, заполненных воздухом или инертным газом, — пены.

Плотные струи позволяют сосредоточить всю энергию тушения в нужном месте очага с возможностью быстрого маневра; важное значение имеет дальнобойность плотной струи.

С помощью **водоразбрызгивателей** создают преграду огню на большой площади и экран для работающего персонала. Водяные завесы для тушения пожаров устраивают в вертикальных, горизонтальных и наклонных выработках. Водоразбрызгиватель крепят к канату или транспортному сосуду, маневрируя которыми подавляют очаги горения. Водяная завеса в сочетании с маневром вентиляционным потоком позволяет ограничить развитие пожара, а затем и ликвидировать его.

Для этого на свежей струе ставят водяную завесу, а затем реверсируют поток воздуха и устраивают завесу с другой стороны очага, используя поступающий сюда свежий воздух. Затем новым реверсированием восстанавливают нормальную вентиляцию и наступают на очаг со свежей струи, используя плотные струи воды, а развитию пожара по исходящей струе препятствует поставленная водяная завеса.

З а т о п л е н и е является крайней мерой. Оно может успешно применяться при незначительном количестве выработок, когда нет нужды в большом числе водоупорных перемычек или есть опасность взрывов.

Первичным источником пены при тушении пожаров являются огнетушители. Для этого необходимо иметь их достаточный запас в подземных складах противопожарных материалов, поездах, камерах и других горных выработках. Главное преимущество огнетушителей — быстрое действие. Опыт показал высокую эффективность подавления очагов загорания с помощью огнетушителей, особенно когда отсутствует возможность быстрого применения более мощных средств пожаротушения.

В куполах над крепью, за завалами и в других труднодоступных местах, а также в выработках большого объема эффективно использование высокократной воздушно-механической пены. По горизонтальным выработкам ее можно подавать на расстояние 300 — 600 м, преодолевая крутые повороты, сужения и расширения выработок. В пенно-воздушном потоке люди свободно дышат. Особенно эффективна воздушно-механическая пена как дистанционное средство пожаротушения в наклонных и вертикальных выработках, в которых персоналу наверху грозит опасность опрокидывания струи, а внизу — опасность падения пород, элементов крепи и других предметов. Однако пузырьки воздушно-механической пены, лопаясь, отдают кислород очагу пожара. Для устранения этого недостатка разработаны методы и оборудование для получения азотно-механической и углекислотно-механической пены.

В ы е м к а о ч а г о в п о ж а р а. При отсутствии свободного доступа к очагу пожара (очаг в выработанном пространстве или при завалах в выработках) применяют выемку горящих масс обычно в сочетании с воздействием водой. Сначала очаг оконтуривают разведочными выработками, из них проводят "пожарные" выработки для прямого доступа к очагу. Горящие массы заливают водой сверху и через пожарные пики из труб с отверстиями, внедряемыми в скопления, вынимают из завала и погружают в вагонетки. Выемку осуществляют до полной ликвидации очага пожара. Работы по выемке обычно ведут

со стороны свежей струи, а для ограничения развития пожара на исходящей струе устанавливают водяную завесу, используя метод реверсирования потока воздуха и последующего восстановления нормальной вентиляции после установки завесы.

Тушение пожаров посредством изоляции пожарных участков. Изоляцию применяют для подавления очага пожара, когда он недоступен или активным способом погасить его невозможно, а также если существует опасность накопления и взрыва метана. Изоляцию очага горения от кислорода воздуха осуществляют путем возведения изоляционных перемычек, заполнения запожаренного пространства инертными газами, закладкой, заилвкой или установки гидронизолирующих перемычек.

Наиболее простой способ изоляции пожарного участка — отделение его с помощью и з о л и р у ю щ и х п е р е м ы ч е к. Перемычки устанавливают во всех выработках, связывающих пожарный участок с остальной шахтой. Их назначение — прекратить приток кислорода (воздуха) к очагу горения. Поэтому изолирующие перемычки должны обладать высокой воздухопроницаемостью и перекрывать все выработки, по которым возможно поступление воздуха на пожарный участок. Перемычки необходимо устанавливать в очень плотных боковых породах, не нарушенных трещинами. Они должны иметь достаточной глубины хорошо уплотненный вруб в боковые породы, чтобы предупредить просачивание воздуха в обход перемычек.

Все перемычки необходимо сооружать одновременно, так как это уменьшает опасность взрыва метана в газовых шахтах и повышает эффективность изоляции. Исключения допускаются только в том случае, если невозможно соорудить перемычки на исходящих струях из-за высокой температуры или сильной задымленности. Тогда вначале возводят перемычки на поступающей струе, затем осуществляют реверсирование струи и устраивают перемычки в выработках для исходящих вентиляционных струй.

Для быстрого сокращения объема воздуха, поступающего в запожаренные выработки, применяют в р е м е н н ы е п е р е м ы ч к и (парусные, дошчатые, глинобитные), которые позволяют задержать распространение пожара на время сосредоточения сил и средств для возведения основных перемычек и облегчают работы по их устройству. Все пути подсоса воздуха на пожарный участок в виде фильтрации воздуха через целики, выработанные пространства должны быть ликвидированы. Для этого уплотняют изоляционные сооружения, возводят дополнительные перемычки или снимают депрессию вентиляции с изолированного участка.

В шахтах, опасных по газу и пыли, при изоляции пожарных участков возникает опасность взрывов метана вследствие уменьшения поступления воздуха и связанного с этим увеличения содержания газа у очага горения. В таких случаях изолирующие перемычки должны быть взрывоустойчивыми, чтобы выдержать давление взрыва. Взрывоустойчивые перемычки могут быть баррикадные, барьерные и шпренгельные, а также изготовленные из быстротвердеющих гипсовых смесей и возводимые дистанционно посредством нагнетания смеси по растворопроводу в пространство между опалубками.

Баррикадные перемычки сооружают из мешков, заполненных сыпучими материалами (песком, глиной и др.), **барьерные перемычки** — путем обрушения пород кровли буровзрывным способом. Баррикадные и барьерные перемычки возводят на расстоянии 15 — 20 м от изолирующих в направлении очага пожара.

Шпренгельные перемычки возводят из деревянных брусьев размером 20 × 20 см, между брусьями пропускают подпружные тяги из отрезков каната, натянутых стяжными болтами. Сооружают гасящую перемычку для снижения энергии воздушной ударной волны со щелями между брусьями, суммарная площадь которых равна 1/10 площади перемычки, и изолирующую (герметичную) (рис. 13.6). Гасящую (шелевую) перемычку устанавливают в кольцевом врубе.

Заполнение инертными газами осуществляют путем выпуска и испарения жидких углекислого газа или азота из заранее наполненных емкостей (баллонов и цистерн) или направления в очаг пожара смеси инертных газов и пара, получаемой в специальных генераторах.

Заполнение инертными газами пожарных участков — новый эффективный способ в условиях шахт, опасных по газу и пыли, который позволяет выиграть время и избежать опасности для персонала, участвующего в ликвидации пожара, потерь запасов, оборудования и материалов. Заполнение пожарного участка инертными газами позволяет снизить потери от пожара.

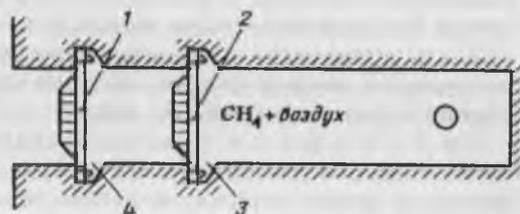


Рис. 13.6. Схема возведения шпренгельных перемычек:

1 и 2 — изолирующая и гасящая перемычки; 3 — кольцевой вруб; 4 — боковой вруб

С развитием инженерных средств будет возможна подача в шахту объемов инертных газов, соизмеримых с ныне подаваемыми объемами воздуха.

При заполнении пожарного участка инертными газами стремятся к снижению содержания кислорода или горючего газа по сравнению с его пределами взрываемости. Нижние пределы взрывозрывного содержания кислорода $O_2^{пр}$ и горючих газов $\Gamma^{пр}$ по объему имеют следующие значения.

Горючий газ	CH_4	CO	H_2	C_2H_2
$\Gamma^{пр}$, %	4,3	12,5	4	3
$O_2^{пр}$, %	13,5	5,9	5,9	13,4

Как видим, наиболее сложна инертнизация шахтной атмосферы при выделении водорода: необходимо снизить содержание по объему кислорода до 5,9 % или водорода до 4 %. При достаточных средствах возможно снижение содержания кислорода по объему ниже предела горения — 3 %.

Предпочтительнее использовать азот. В отличие от тяжелого углекислого газа его плотность близка к плотности воздуха, он слабо сорбируется горными породами и малорастворим в воде, что обуславливает меньшие его потери в процессе заполнения горных выработок. Передвижная газификационная азотная станция позволяет получать 100 м³/мин газообразного азота. Парогазовый генератор ГИГ-4 вырабатывает 350 м³/мин инертной смеси газов, содержащей 1,7 % кислорода, около 0,2 % оксида углерода, 51 % азота, 40 % пара и 7 % углекислого газа.

При изоляции с применением инертных газов их выпуск начинают до закрытия проемов в перемычках. Проемы закрывают после того, как анализы проб воздуха, отбираемых дистанционно из пожарного участка, покажут снижение содержания в нем кислорода до взрывобезопасных пределов.

Для прекращения впуска инертных газов снижение содержания кислорода до взрывобезопасных пределов является условием необходимым, но недостаточным. Прекратить их впуск можно лишь после того, как баланс утечек, метановыделения и образования пожарных газов в изолируемом участке обеспечат устойчивое снижение в нем кислорода до пределов, исключающих не только возможность взрывов, но и горения (менее 3 %).

З а к л а д к у применяют при наличии больших пустот, например, в замках антиклинальных складок мощных пластов и закладочного хозяйства на шахте.

З а л и в а н и е пожарного очага сопряжено с заиливанием и потерей таким образом прилегающих выработок, опасностью прорыва занловки в действующие выработки, обводне-

нием участка, большими затратами времени и средств, необходимостью создания заилочного комплекса, что ограничивает область применения этого способа. Однако заиливание позволяет подавлять недоступные для других средств (кроме затопления) очаги пожара, быстро снижать температуру в них за счет уноса тепла водами, предотвращать обрушения и оседания пород в очаге и существенно снижать опасность рецидива пожара по сравнению с изоляцией перемычками.

Заилочная пульпа состоит из смеси твердых частиц и воды в соотношении Т : Ж от 1 : 5 (летний период) до 1 : 9 (зимний период). Твердая фаза состоит из 10 – 30 % песка с размерами частиц не более 2 мм и 90 – 70 % глины.

Пульпу подают в очаг через скважины с поверхности или из выработок по трубопроводу. Заполняя пустоты и трещины, она охлаждает нагретые массы и препятствует притоку воздуха в очаг. Осветленная вода выходит из очага через ф и л ь т р у ю щ и е п е р е м ы ч к и, по трещинам во вмещающих породах и целиках, а твердая фракция окружает окисляющиеся фракции горной породы пленкой, препятствующей доступу кислорода. Полное заиливание применяют в редких случаях. Чаше прибегают к частичному заиливанию – подыливание перемычек, нарушенных целиков с целью прекращения доступа воздуха в очаг.

Г и д р о и з о л я ц и я пожарных участков – мера, применяемая в тех случаях, когда активные способы не дают успеха, например, во время эндогенных пожаров при разработке мощных залежей и пластов. При гидроизоляции пожарный участок заполняют водой или водоглинистой смесью (пульпой), подаваемой по специально пробуренным скважинам или существующим выработкам. Предварительно участок изолируют водоупорными (при заполнении водой) или фильтрующими (при заполнении пульпой) перемычками. Назначение гидроизоляции – прекращение доступа кислорода к очагу горения. При заполнении водой последняя, заполняя пустоты пожарного участка, вытесняет воздух и препятствует доступу кислорода на участок. Воду удерживают на пожарном участке до прекращения процесса горения. При заиливании (заполнении пульпой) после заполнения пожарного участка пульпу удерживают на участке некоторое время, достаточное для осаждения ее твердой фракции (глины) в осадок. После этого осветленную воду удаляют через фильтрационные перемычки. Осевшая из водоглинистой смеси глина, покрывая поверхность обрушенных пород, препятствует доступу к ним кислорода.

Следует отметить, что при гидроизоляции происходит охлаждение окисляющихся масс, что также способствует гашению

пожара. Заиливание используют также в качестве профилактики эндогенных пожаров.

При применении этого способа участок на срок от полугода до нескольких лет выбывает из строя. Гидроизоляция весьма трудоемка и небезопасна, особенно на газовых шахтах вследствие возможных взрывов горючих газов, концентрация которых повышается при уменьшении поступления воздуха. В последние годы гидроизоляцию на газовых шахтах, как правило, осуществляют в сочетании с частичным заполнением запожаренного пространства инертными газами.

Площадь поперечного сечения проемов в основных перемычках должна обеспечивать до их закрытия минимально допустимый расход воздуха, рассчитанный исходя из необходимости разбавления смеси горючих газов до взрывобезопасной концентрации.

Использование дегазации для ликвидации очагов горения. Для ликвидации пожаров используют дегазацию, а также инженерные средства дегазации (скважины и трубопроводы).

Как технологический процесс **д е г а з а ц и я**, т.е. принудительное извлечение газа из толщи горных пород, во всех случаях обеспечивает сокращение поступления метана в очаг пожара. Это особенно важно при загорании метана. Интенсифицировав дегазацию, можно перехватить поток выделяющегося из пород метана с помощью дегазационных скважин. Наиболее эффективно использование скважин, пробуренных с поверхности. В этом случае газопровод не представляет опасности, хотя и заполнен смесью метана с воздухом неопределенной концентрации и из него возможны утечки через неплотности, трещины, разрывы и т.п. Однако можно использовать и подземные скважины, особенно при наличии очага пожара в выработанном пространстве и расположении газопровода на откаточном горизонте.

И н ж е н е р н ы е с о о р у ж е н и я д е г а з а ц и и — скважины и газопроводы — в пожарно-аварийной обстановке можно использовать для подачи в очаг и к очагу средств пожаротушения.

Дегазационные скважины с поверхности успешно использовали для подачи воды, заилочки и пены. Газопровод, расположенный на вентиляционном горизонте, является единственным готовым к использованию средством для подачи воды к водяным завесам и пожарным стволам при активном тушении, а также других материалов для подавления очага горения.

Комбинированные способы борьбы с шахтными пожарами. В современных условиях комбинированные способы представ-

ляют собой сочетание активного способа тушения пожара с любым из изложенных ранее и временной изоляцией пожарных участков от доступа кислорода, включая как крайнюю меру сооружение постоянных гидроизолирующих перемычек с последующим подыливанием последних.

Комбинированные способы используют в том случае, если отдельные способы не обеспечивают ликвидации пожара. Активный способ неприменим из-за невозможности осуществить непосредственное тушение горящих масс вследствие высокой температуры очага, отсутствия доступов к нему, недостатка средств огнетушения, способ гидроизоляции — из-за невозможности обеспечить требуемую по условиям подавления очага низкую газопроницаемость окружающего массива вследствие высокой трещиноватости, сообщения с действующими выработками по погашенным выработкам, подсосов воздуха с поверхности по зонам обрушения, провалам и т.д.

При сильно развивающихся по горным выработкам пожарах комбинированные способы используют в качестве отдельного сочетания многих средств пожаротушения. Например, в одной части выработок применяют активное тушение горящих масс, в другой — гидравлическое изолирование очага с подыливанием перемычек, в третьей — затопление и т.д. Таким образом, например, был успешно ликвидирован сильно распространенный пожар на шахте "Юр-Шор" производственного объединения "Воркутауголь".

13.9. ОСОБЫЕ СЛУЧАИ ТУШЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ПОЖАРОВ

В ряде случаев специфика пожара требует применения специальных способов и средств тушения, например, пожары в шахтах, опасных по выделению горючих и взрывчатых газов и пыли, пожары в тупиковых выработках, наклонных и горизонтальных выработках и камерах, пожары на ленточных конвейерах.

Пожары в шахтах, опасных по выделению горючих и взрывчатых газов и пыли. Основная особенность тушения таких пожаров — возможные взрывы метана и угольной пыли. Взрывы происходят вследствие накопления метана при уменьшении подачи воздуха на пожарный участок в процессе тушения пожара и наличия очага пожара высокой температуры, способного воспламенить накопившийся метан. Во взрыве метана обычно участвует и угольная пыль. При тушении пожара в условиях выделения метана прежде всего необходимо исключить возмож-

ность его воспламенения и взрыва. Для этого прежде всего следует обеспечить удаление метана из пожарного участка в требуемом количестве (путем усиления вентиляции, дегазации, изменения схемы вентиляции и др.), чтобы не допустить образования у очага пожара взрывоопасных метановоздушных смесей. Одновременно должен быть организован контроль за газовой обстановкой на участке, данные о которой могут помочь управлению газовой выделением, а в случае невозможности предотвратить взрыв — своевременно отвести людей в безопасное место. Если метан все же воспламенился, его тушение в выработке осуществляют любыми огнетушащими веществами. Тушение горящего метана в выработанном пространстве выполняют с помощью дегазации источника его выделения и дистанционной (по скважинам) подачи в зону горения огнегасящих веществ (пены, инертных газов и др.). Изолирующие переемы в этих случаях должны быть взрывоустойчивыми.

Пожары в тупиковых выработках. Применяют все рассмотренные ранее способы тушения. При этом непосредственное тушение пожара допускается только при наличии исправно действующей вентиляции тупиковой выработки, а в газовых шахтах также при условии, что содержание метана не достигло 2 %. Подача огнегасящих материалов может быть осуществлена по вентиляционному трубопроводу (например, в наклонных выработках). Однако при этом уменьшение притока воздуха в выработку, вызванное подачей материала, не должно создавать угрозы скопления там метана с содержанием свыше 2 %.

Пожары в наклонных выработках. Основной особенностью таких пожаров является образование тепловой (пожарной) тяги воздуха в запожаренной выработке. Эта тяга может существенно изменить движение воздуха в запожаренной и соседних с ней выработках. Такое изменение опасно, потому что на исходящей от очага пожара струе могут оказаться люди как осуществляющие тушение пожара, так и работники шахты. Эта струя насыщена пожарными газами и на определенном расстоянии от очага пожара имеет высокую температуру.

При пожаре в выработке с восходящим движением воздуха тепловая тяга усиливает движение воздуха, что приводит к активизации горения. Если с запожаренной выработкой соседствуют параллельные выработки с восходящим движением воздуха, то увеличение расхода воздуха из-за тепловой тяги в запожаренной выработке может вызвать опрокидывание струй в этих выработках. В итоге пожарные газы попадут в выработки со свежей струей, где их появление может оказаться неожиданным и потому вдвойне опасным. В этих случаях следует

уменьшать поступление воздуха в запожаренную наклонную выработку, вследствие чего снизится активность пожара и как следствие уменьшится тепловая тяга.

Если пожар происходит в выработке с нисходящим движением воздуха, тепловая тяга может опрокинуть движение воздуха в запожаренной выработке с теми же последствиями, о которых сказано ранее. Опрокидывание можно предупредить посредством увеличения подачи воздуха в запожаренную выработку. Для этого нужно увеличить сопротивление ветвей, параллельных запожаренной выработке, депрессию и расход главного вентилятора.

При пожарах в наклонных выработках может возникнуть опасность распространения пожара на верхний и нижний горизонты, с которыми соединена запожаренная выработка. Для предупреждения этого необходимо снизить активность пожара, для чего устраивают водяные завесы, сооружают перемычки в запожаренной выработке, закрывают противопожарные двери.

Г л а в а 14

ВЗРЫВЫ ГАЗА И ПЫЛИ

14.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Разрушение массива горных пород с целью добычи полезного ископаемого сопровождается выделением в горные выработки газов и образованием пыли.

Наибольшую опасность представляют горючие газы — метан и его гомологи, а также водород, которые в смеси с воздухом при определенных условиях могут взрываться. Взрывчатыми свойствами обладают и другие газы (оксид углерода, сероводород и пр.), однако выделения их в горные выработки, как правило, не достигают взрывоопасной концентрации, и опасность этих газов заключается в их ядовитых свойствах. Выделение метана происходит на угольных шахтах и при разработке железорудных, апатитовых, калийных, алмазных, золотоносных и других месторождений.

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, относят 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 летучих менее указанного значения, если их взрывчатость установлена лабораторными испытаниями.

Серные шахты по степени опасности взрывов пыли подразделяют на две группы по среднему содержанию серы в руде: I группа — от 12 до 18 %, II группа — более 18 %.

Под газовым или пылевым режимом понимают совокупность требований по предупреждению взрывов, предъявляемых к шахте, разрабатывающей опасные по взрывчатости газа и пыли пласты или залежи.

Взрывоопасная ситуация может возникнуть при следующих обстоятельствах: скоплении такого количества горючего вещества, которое, находясь в воздухе, образует взрывчатую концентрацию, и наличия источника 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 большее 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, нижний и верхний пределы взрываемости и др.). Однако имеются и существенные различия. Поэтому, несмотря на общие методические основы разработки газового и пылевого режимов, способы и средства борьбы с пылью и газами различны.

Травматизм от взрывов газа и пыли на угольных шахтах составляет около 10 % общего, а на рудниках — менее 1 %. Как правило, это групповой травматизм с тяжелыми последствиями. Именно последним обстоятельством определяется особая 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 масштабов (локализация) взрывов;
- защита персонала при взрыве.

14.2. 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 газозадушной смеси, начальные давление и температура смеси, гидравлическое сопротивление продвижению фронта пламени и условия теплоотдачи из очага. В табл. 14.1 приведена характеристика типов воспламенений.

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 °С), что возможно при малой теплоотдаче из фронта горения.

Типы воспламенений

Воспламенение	Давление во фронте пламени (ударной волне), МПа	Скорость движения фронта пламени, м/с
Тихое	Незначительное	0,3 – 0,6
Вспышка	0,015	2 – 10
Тепловой и автокаталитический взрыв (взрывное горение)	0,015 – 1	10 – 330 (500 – 700)
Детонация	2 – 5	1000 – 8000

П р и м е ч а н и е. В скобках указаны данные, полученные при измерении скорости в стальных трубах (штольнях).

Особое место занимает д е т о н а ц и я – 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 (см. табл. 14.1).

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.

С к о р о с т ь р а с п р о с т р а н е н и я 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 газозвушной смеси при адиабатическом сжатии.

Инициирование взрывного процесса существенно зависит от интенсивности зажигания.

Особенности взрыва газозвушных смесей. Смесь метана с воздухом при температуре 600 °С воспламеняется через 10 с, при 1000 °С – через доли секунды, а при 1300 °С взрывается. Время, необходимое для воспламенения метановоздушной смеси, называется и н д у к ц и о н н ы м п е р и о д о м (табл.

Индукционный период воспламенения метановоздушных смесей

Доля метана по объему, %	Длительность индукционного периода, с, при температуре, °С			
	775	875	975	1075
6	1,08	0,35	0,12	0,039
8	1,25	0,37	0,14	0,042
10	1,4	0,41	0,15	0,049
12	1,64	0,44	0,16	0,055

14.2). 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 метана с воздухом показаны на рис. 14.1. В области взрывчатых смесей важным является постепенное сужение нижнего и верхнего пределов взрываемости смеси метана с воздухом вплоть до выхода в точку при доле кислорода по объему, равной ~ 12,2 %.

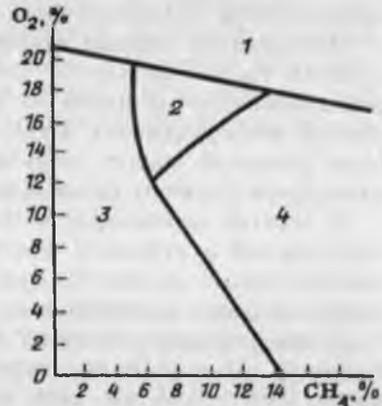


Рис. 14.1. Объемные пределы взрываемости метановоздушных смесей: 1 — невоспламеняемая смесь; 2 — взрывчатая смесь; 3 — невоспламеняемая смесь; 4 — смесь, которая может стать взрывчатой при добавлении воздуха (кислорода)

Это связано с цепным механизмом передачи теплового импульса зажигания. Для осуществления цепной реакции окисления в области 3 недостаточно молекул метана, в области 4 — молекул кислорода. Метан в области 3 выгорает при наличии источника тепла, например, пламени, однако цепная реакция взрыва невозможна. Добавление кислорода воздуха в смесь области 4 вводит ее в "треугольник взрываемости" 2.

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.

Нижний предел взрывчатости смеси горючих газов, %, определяют по формуле

$$x = \frac{100}{n_1/N_1 + n_2/N_2 + \dots + n_i/N_i}$$

где n_1, n_2, \dots, n_i — доля по объему каждого из горючих компонентов в смеси; N_1, N_2, \dots, N_i — нижние пределы взрывчатости компонентов, объемные доли.

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 (рис. 14.2). Угольная пыль не взрывается при содержании в ней 60 — 70 % золы или инертных частиц. Степень взрывчатости угольной пыли связана с выходом летучих.

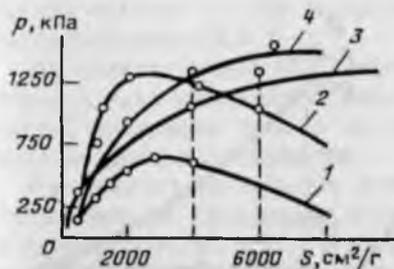


Рис. 14.2. Зависимость давления взрыва угольной пыли p от удельной поверхности (диаметра) частиц S : 1 — коксовый уголь; 2 — бурый; 3 — длиннопламенный; 4 — газовый

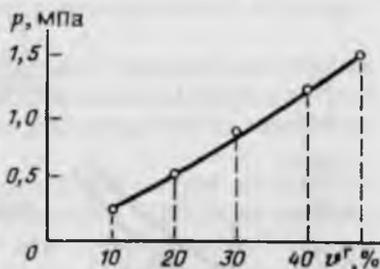


Рис. 14.3. Зависимость давления взрыва угольной пыли p от выхода летучих $v^Г$

Угольная пыль становится взрывчатой, если выход летучих из угля составляет 10 % и более (рис. 14.3). Так, угольная пыль, содержащая 16 % летучих, взрывается при наличии 125 г пыли в 1 м³ воздуха, а содержащая 25 % летучих — при 100 г в 1 м³ воздуха.

Пылегазовые смеси взрываются легче газозвоздушных. 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, г/м ³ , не менее	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 %.

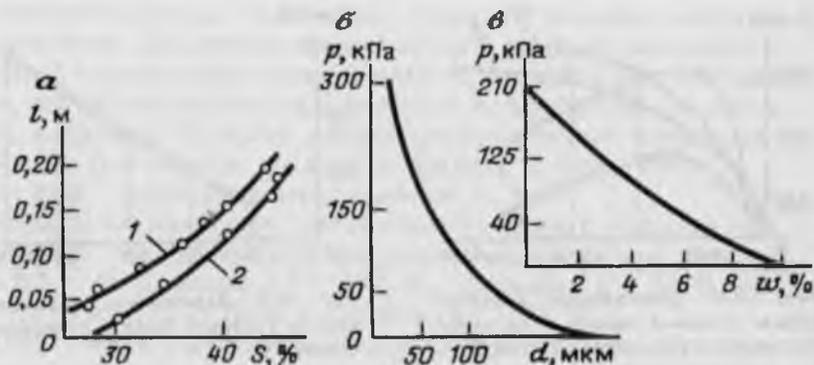


Рис. 14.4. Характеристики взрывчатости серной и сульфидной пыли в зависимости от содержания серы S в руде (а), диаметра частиц пыли d (б) и влажности пыли w (в):

1 – пламя против движения пылевого облака; 2 – пламя по направлению движения пылевого облака; l – длина пламени; p – давление в месте взрыва

Взрывчатость серной и сульфидной (колчеданной) пыли зависит от крупности частиц. Наиболее взрывоопасна сульфидная пыль крупностью около 0,1 мм (рис. 14.4, б). Ее взрывчатость во многом определяется содержанием серы (см. рис. 14.4, а). 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 % (см. рис. 14.4, в) 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/м³ и более.

14.3. УСЛОВИЯ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ВЗРЫВОВ В ШАХТАХ

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 %; вы-

бросы 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, предопределяют значительное газовыделение. Газовыделение составляет в среднем 10 — 30 м³, достигая 40 — 50 м³ на 1 т добытого угля, а максимальное газовыделение, фиксируемое при определении категорийности шахт, составляет соответственно 30 — 60 и 120 — 140 м³ 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, сера), 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.

Как и в случае образования метановоздушной взрывоопасной среды, на изложенные ранее первичные природные и технические причины образования пылевоздушной взрывоопасной среды накладываются организационные. Так, например, многие взрывы пыли в угольных шахтах связаны с невыполнением предусмотренных проектами противопылевых мероприятий.

Таким образом, рассмотрение причин образования взрывоопасной среды в горных выработках показывает, что мероприятия пылегазового режима должны быть направлены на:

- изменение свойств и состояния продуктивной толщи, особенно разрабатываемого пласта или залежи, с целью уменьшения отрицательных их проявлений, т.е. подготовку месторождения к безопасной разработке;
- проведение технических мероприятий в шахте по пылегазоподавлению;
- проведение организационно-воспитательных мер в трудовом коллективе.

Источником теплового воспламенения серной и сульфидной пылевоздушных смесей является производство взрывных работ. В угольных шахтах воспламенение метано- и пылевоздушной смеси происходит в основном от теплового импульса, создаваемого взрывными работами, электрическим током и фрикционным искрением.

Рассмотрим следующие источники теплового импульса воспламенения метано- и пылевоздушной смеси в угольных шахтах: взрывные работы (31 %), электроэнергия (29 %), фрикционное искрение (20 %), курение (6 %), самовозгорание (6 %), пожар, пневмоэнергия и огневые работы (суммарно 8 %).

Для предупреждения фрикционного искрения пока не найдены надежные технические решения. Самовозгорание также не всегда может быть предсказано и выявлено с необходимой точностью.

Все другие источники теплового импульса технически устранимы. Их наличие во многих случаях является результатом нарушений технологической дисциплины персоналом.

Искры образуются при использовании пневмотранспорта по стальным трубам. Известны случаи воспламенения пыли по этой причине. При электризации угольной пыли частицы ее заряжаются отрицательно и возникает электрический заряд. Вероятность воспламенения горючей смеси электрической искрой пропорциональна мощности тока. Главную роль при этом имеет тепловое воздействие. В воспламенении принимают участие свободные радикалы — продукты термического разложения уг-

ля. Ионизация, возникающая при электрическом разряде, не вызывает воспламенения.

Взрывы серной и сульфидной пыли происходят только от теплового и механического импульсов, создаваемых посредством взрывания зарядов ВВ при некачественной забойке и отсутствии водяных завес. Сухая горючесланцевая пыль (влажность менее 15 %) взрывается в основном по причинам, рассмотренным ранее. При этом вначале взрывается пыль, находящаяся непосредственно в сфере действия заряда ВВ, а затем взрыв распространяется на расстояние до 35 — 40 м.

Взрывы газопылевоздушных смесей в горных выработках. Доказано, что в метановоздушной среде может развиваться детонация при условии ее беспрепятственного разгона, например, в трубах. В горных выработках это условие не соблюдается, и обычно происходит или вспышка, или тепловой взрыв (взрывное горение).

При взрыве метановоздушной смеси возникает пламя двух типов: первичное (тепловой взрыв), распространяющееся с большой скоростью и поглощающее основное количество кислорода; вторичное (вспышка, тихое воспламенение), возникающее вследствие окисления оставшегося газа кислородом воздуха, который притекает в район взрыва извне, и движущееся медленнее в направлении, обратном первому. В очаге взрыва не весь кислород и метан вступают во взаимодействие, часть их остается, кроме того, образуются до 8,5 % оксида углерода и до 10 % водорода.

Распространяясь в атмосфере горных выработок, смеси кислорода, метана, оксида углерода и водорода образуют опасные зоны повторных взрывов как в очаге первичного взрыва, так и за его пределами. Возможны взрывы газовоздушной смеси в результате попадания воды в очаг пожара, когда вследствие высокой температуры происходит разложение воды с образованием водорода и оксида углерода. При свободном доступе воздуха в очаг горения образующийся горючий газ взрывается. Показательны в этом отношении взрывы горючих отвалов угольных шахт при попадании дождевой воды. В подземных условиях выявить причины взрывов при пожаре сложнее, тем не менее в ряде случаев установлена генерация газов из очага пожара при попадании в него воды. Такое явление имеет место, когда поступающей в очаг воды недостаточно для охлаждения нагретых масс ниже температуры термической диссоциации воды.

Взрыв угольной пыли, как правило, инициируется взрывом метана. При тяжелой трудновзрываемой пыли фронт пламе-

ни метана "убегает" от пылевоздушного облака, взрыв пыли затухает из-за недостатка кислорода, израсходованного на окисление метана. Наоборот, при достаточном количестве легковоспламеняемой витающей пыли, особенно при наличии метана, взрыв охватывает большие участки, иногда всю шахту.

Температура взрыва метановоздушной смеси в горных выработках изменяется от 1850 °С в начале воспламенения до 2600 – 2650 °С при развитии теплового взрыва (взрывного горения). Она зависит также от условий взрыва: при взрыве в замкнутом объеме температура выше, чем при взрыве в неограниченном объеме.

При дозвуковой скорости фронта пламени, т.е. тепловом взрыве, перед ним движется волна сжатого воздуха, давление в которой непрерывно нарастает вплоть до выравнивания с давлением во фронте пламени при достижении скорости звука.

Набегающая волна давления сжимает газозадушную смесь перед подходом фронта пламени. Воспламенение при этом происходит при давлении, значительно превышающем атмосферное. Следовательно, давление взрыва может значительно превышать расчетное 0,9 МПа и составлять 2,5 – 3 МПа.

Эффект нарастания давления увеличивается по мере удлинения пути пробега фронта пламени – ударной волны. Следовательно, наибольшее разрушение следует ожидать не в местах возникновения воспламенения и взрыва, а на удалении от очага аварии. Значительные механические повреждения наблюдаются также в местах большого аэродинамического сопротивления (крутые повороты, сужения, расширения и т.д.) продвижению фронта ударной волны, а также продуктов взрыва.

При взрыве газопылевоздушных смесей формируются ударные волны (УВ), основной характеристикой которых является избыточное давление Δp_{ϕ} по сравнению с начальным, принимаемым за нуль (рис. 14.5).

Избыточное давление в УВ нарастает по мере увеличения суммарной длины горных выработок, заполненных взрывчатой смесью.

Для определения максимального значения Δp_{ϕ} вычисляют суммарное безразмерное расстояние \bar{L} от первичного очага воспламенения до границы раздела горючая смесь – воздух (активный участок взрыва) по формуле

$$\bar{L} = \sum_{i=1}^n \frac{L_i}{d_{\text{пр}i}}$$

где L_i — длина i -й выработки, находящейся на активном участке; $d_{пр*i*} = 4S_i/\Pi_i$ — приведенные диаметры i -й выработки; S_i , Π_i — соответственно площадь и периметр поперечного сечения i -й выработки.

Вычислив L по графику, подобному изображенному на рис. 14.5, определяют соответствующее Δp_ϕ .

Принято считать, что безопасным для людей является $p_\phi \leq 0,01$ МПа.

После прекращения взрывного горения УВ распространяется по прилегающим к очагу взрыва горным выработкам, образуя воздушную ударную волну, подпираемую взрывными газами из фронта УВ.

Избыточное давление в УВ на удалении x от границы активного участка взрыва в прямолинейной горной выработке определяют по формуле

$$\Delta p_x = \Delta p_\phi e^{-\frac{Kx}{S}}$$

где K — коэффициент затухания УВ, значения которого приведены ниже.

Крепление в выработке	Коэффициент аэродинамического сопротивления α , Н·с ² /м ⁴	K
Бетонное или кирпичное	$4 \cdot 10^{-3} \leq \alpha \leq 8 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-3}$
Металлическое, деревянное	$20 \cdot 10^{-3} \leq \alpha \leq 35 \cdot 10^{-3}$	$3 \cdot 10^{-3}$
Повышенной шероховатости, стволы с армировкой	$35 \cdot 10^{-3} \leq \alpha \leq 50 \cdot 10^{-3}$	$4 \cdot 10^{-3}$

Для получения давления во фронте УВ в заданной точке на плане горных работ суммируют потери давления по всей длине горных выработок и местные потери, каждый раз считая, что в начале данной выработки или в некотором ее сечении действует давление Δp_ϕ , оставшееся после прохождения фронтом УВ предыдущего участка.

В тех случаях, когда УВ движется по выработкам, бока которых нагреты до температуры 100 °С и более, например в условиях пожара, давление в конце каждого участка увеличива-

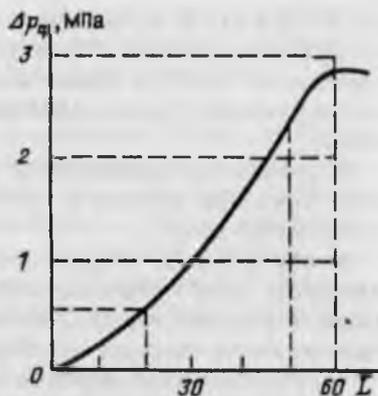


Рис. 14.5. Зависимость избыточного давления Δp_ϕ во фронте ударной волны от суммарного безразмерного расстояния L

ют в 1,5 раза и принимают его в качестве начального для последующего участка. Последнее связано с тем, что вязкость нагретого до 100 °С и более воздуха ниже из-за ослабления межмолекулярного взаимодействия и повышения подвижности молекул.

Определение давления во фронте УВ в разных местах шахтного поля при взрыве и после него газопылевоздушных смесей необходимо для:

- определения общего участка поражения в случае, когда известны (или предполагаются) расположение и величина активного участка взрыва, чтобы направить туда силы и средства для оказания помощи пострадавшим;
- ускорения определения места активного участка взрыва по разведанным результатам прохода УВ;
- выбора безопасных мест на случай повторного взрыва для накопления сил и средств при ликвидации аварий, для укрытия людей, установки перемычек и т.д.

14.4. ЛИКВИДАЦИЯ ПОСЛЕДСТВИЙ ВЗРЫВА ГАЗОПЫЛЕВОЗДУШНЫХ СМЕСЕЙ В ШАХТАХ

Последствия взрыва газопылевоздушных смесей, если взрыв не ограничен призобойной зоной, проявляются в почти полном отсутствии кислорода, заполнении атмосферы ядовитыми газами, разрушении вентиляционных сооружений и обрушениях горных выработок. Одним из последствий взрыва может быть пожар. Для людей взрыв опасен ожогами, механическими травмами, отравлением и удушьем. Могут быть и вторичные последствия: затопления, аварии на подъеме и транспорте, загазирование и др.

При организации ликвидации последствий взрыва прежде всего встает задача установления масштабов аварии и спасения людей. В дальнейшем порядок работ определяется характером аварии, но первоочередными работами для спасения людей являются:

- восстановление вентиляции хотя бы по временной схеме;
- разборка завалов и загромождений выработок.

Затем восстанавливают нормальную вентиляцию и очищают выработки.

Если взрыв осложнен очагами пожара, то одной из первых задач является их ликвидация.

Наиболее тяжелыми считаются последствия взрывов газопылевоздушных смесей при сложных схемах вентиляции. Таковыми схемами являются возвратноточные особенно при централь-