

№1
2012

ТЭК

БЕЗОПАСНОСТЬ

ОБЪЕКТОВ ТОПЛИВНО-
ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО
КОМПЛЕКСА

THE SECURITY AND SAFETY OF FUEL AND ENERGY COMPLEX FACILITIES

БЕЗОПАСНОСТЬ ОБЪЕКТОВ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА

**БЕЗОПАСНОСТЬ ТЭК –
БЕЗОПАСНОСТЬ СТРАНЫ**

Межотраслевой специализированный журнал

Передвижная установка для самоспасения горняков при пожарах и взрывах в угольных шахтах

Угольная промышленность Украины является одной из наиболее опасных отраслей народного хозяйства. Современные угольные шахты представляют собой высокомеханизированные предприятия с развитой электрической и вентиляционными сетями большой протяженности. С ростом энерговооруженности угольных шахт увеличивается и вероятность возникновения аварий (пожаров, взрывов и внезапных выбросов угля и газа).

Mobile self-rescue installation for miners in fires and explosions in coal mines

The coal industry of Ukraine is one of the most hazardous industries. Modern coal mines are highly mechanized enterprises with advanced electrical and ventilation long-haul networks. With the growth of power-coal mines the possibility of accidents increases (fires, explosions and sudden coal and gas).



С. А. Алексеенко, доцент кафедры аэрологии и охраны труда Национального горного университета, к. т. н., г. Днепропетровск

S.A. Alekseenko, assistant professor of Aerology and Labor Safety Chair of the National Mining University, Candidate of technical science, Dnepropetrovsk

Анализ аварийности (по данным ГВГСС Минтопэнерго Украины) показывает, что в 2011 г. на шахтах Украины произошло 53 аварии, в том числе 14 подземных пожаров, 5 взрывов газа и угольной пыли. В результате этих аварий травмировано 1572 горнорабочих, из них 177 со смертельным исходом, в том числе 52 горняка умерли от сердечно-сосудистых заболеваний от действия высоких температур рудничного воздуха, или 29,3% общего количества смертельных несчастных случаев, произошедших на подземных работах. За последние 15 лет на шахтах Украины официально зарегистрировано более 300 тепловых ударов у горнорабочих. Наибольший удельный вес от всех видов аварий составляют подземные пожары (до 40–50%).

Проблема повышения эффективности борьбы с подземными пожарами приобретает особую актуальность в связи с усложнившимися горно-геологическими и горно-техническими условиями шахт, ведением очистных и подготовительных работ на глубоких горизонтах (1300 м и более). Значительное увеличение газовыделения, горного давления, скорости движения вентиляционного потока и температуры воздуха усложнили работы по спасению людей при ликвидации последствий аварий. Пожары, взрывы пылегазовых смесей и внезапные



выбросы газа в угольных шахтах уносят множество жизней и наносят огромный материальный ущерб. В особо сложной ситуации при этом оказываются рабочие на добычных участках – в лавах и прилегающих выработках. При получении серьезных травм многие из шахтеров даже при наличии изолирующих самоспасателей не могут самостоятельно выйти в безопасную зону. Оказание им своевременной помощи со стороны горноспасателей затруднено в связи с большой протяженностью подземных выработок, высокими температурами в них и завалами. При ликвидации подземных пожаров возникают проблемы вывода людей из аварийных и угрожаемых участков, оказания первой неотложной помощи пострадавшим из-за большой протяженности гор-

ных выработок и загазованности их продуктами горения.

Суммарная длина разветвленной сети горных выработок большинства действующих угольных шахт Украины зачастую составляет более 50–60 км. Несмотря на близкое расположение горноспасательных взводов к обслуживаемым шахтам, время прибытия горноспасательных подразделений к непосредственному месту аварии составляет 1–2 часа после ее возникновения, когда длина зоны горения уже становится постоянной во времени, а ликвидация аварии принимает затяжной характер.

До настоящего времени остается нерешенным вопрос спасения людей и безопасного способа ликвидации аварий на выемочных участках и в тупиковых выработках большой протяженности. На угольных шахтах Украины по состоянию на 1 января 2012 г. работают 50 и будут готовиться к работе в 2012 г. 34 выемочных участка, на которых из-за большой протяженности выемочных полей расчетное время выхода людей при возникновении аварии превышает защитное время действия самоспасателей и респираторов, находящихся у горнорабочих и горноспасателей.

Учитывая расчетную скорость распространения пожара за время прибытия отделений ГВСС (1–2 часа), активное влияние горноспасателей на ликвидацию пожара существующими средствами спасения в большинстве случаев оказывается неэффективным. Выполнение работ по ликвидации аварий и спасению людей на выемочных участках и в тупиковых выработках большой протяженности газонасыщенных горизонтов усложняется граничными возможностями вентиляционных маневров и неустойчивостью проветривания тупиков из-за опасности возникновения местных скопления метана взрывчатой концентрации в вентиляционной струе воздуха. Кроме этого, возникает опасность невыполнения поставленного задания первым отделениям горноспасателей, которые направляются на разведку и спасение людей согласно плану ликвидации аварии.

В соответствии с Конвенцией и рекомендациями Международной организации труда (МОТ) шахтные средства должны включать в случае необходимости надежные защищенные в пожарном отношении и изолированные камеры, которые могут служить укрытием для работников в чрезвычайной ситуации.

Для обеспечения спасения горняков при подземных авариях в шахтах согласно стандарту Минтопэнерго Украины СОУ-00174102-002-2004 «Система самоспасения горняков», разработанному



НИИГД и ПБ «Респиратор», необходимо создавать многоступенчатую систему самоспасения, которая должна учитывать разнообразие условий разработки угольных месторождений, степень опасности шахт, профессию, размещение рабочих мест горняков и другие факторы. Такая система должна предусматривать применение индивидуальных средств защиты органов дыхания (изолирующих

меняются практически во всех угледобывающих странах мира.

С октября 2007 г. введен в действие стандарт Минуглепрома Украины «Стационарные камеры-укрытия спасательные шахтные. Общие технические требования», разработанный НГУ совместно с НИИГД и ПБ «Респиратор», МакНИИ, ДонУГИ и обязательный для выполнения угольными шахтами Украины. Однако по

Внедрение новых средств самоспасения горняков обусловлено значительным увеличением протяженности горных выработок и усложнением условий добычи, связанных с увеличением температуры шахтного воздуха

самоспасателей различного типа), групповых средств: передвижных пунктов переключения в резервные самоспасатели, передвижных и стационарных камер-убежищ и средств аварийного воздухообеспечения. Только совместное использование этих средств самоспасения и их взаимное резервирование может обеспечить эффективность системы самоспасения горняков во время подземных аварий. Значительное увеличение протяженности горных выработок, особенно при столбовой системе разработки, усложнение условий добычи, связанных с увеличением температуры шахтного воздуха, заставляют разрабатывать и внедрять новые средства самоспасения: передвижные и стационарные камеры-убежища, которые при-

итогах 2008–2011 гг. в горных выработках шахт Украины не сооружено ни одной стационарной камеры-укрытия.

В настоящее время при проектировании горных работ на угольных шахтах не учитывается возможность спасения горнорабочих при ликвидации аварии в соответствии с требованиями п. 11 гл. 1 раздела IV НПАОП 1.10–1.01-10. В то же время в Правилах безопасности в угольных шахтах от 17 июня 2010 г. № 398/17693 в п. 13 содержится требование о необходимости создания на выемочных участках большой протяженности системы самоспасения и спасения подземных работников при авариях в шахтах.

Существует несколько способов обеспечения безопасности горняков на

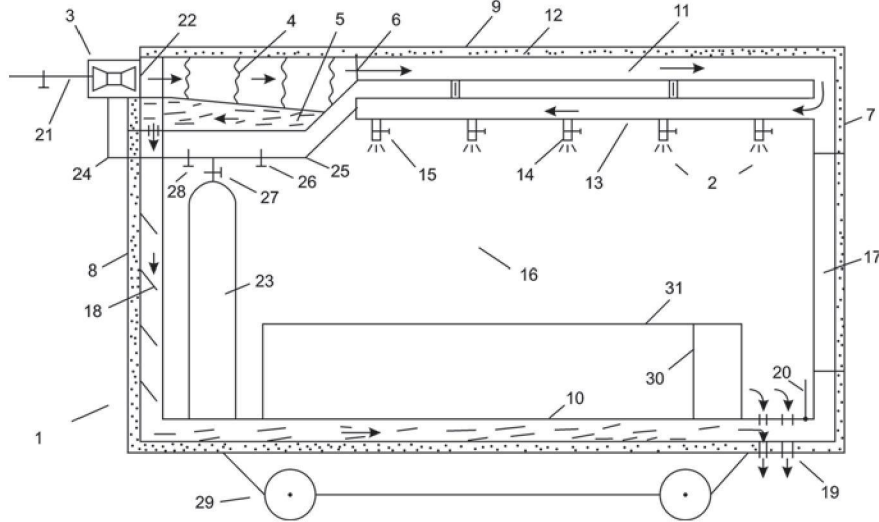


Рис. 1. Схема установки для защиты рабочих от перегрева и самоспасения горняков при авариях в шахтах

выемочных участках большой протяженности:

- путем реверсирования вентиляционной струи на аварийном участке;
- разрезанием длинного выемочного столба одной или несколькими специальными выработками на части;
- размещением на аварийных маршрутах коллективных средств защиты.

Первые два способа повышают потенциальную опасность возникновения или развития подземной аварии вследствие накопления метана на аварийных участках. Поэтому ряд угледобывающих стран мира, в том числе и Украина, выбрали третий способ – создание многоступенчатой системы самоспасения и спасения горняков, включающей сочетание индивидуальных и коллективных средств защиты.

На кафедре аэрологии и охраны труда НГУ разработано универсальное техническое решение на установку для защиты рабочих от перегрева в условиях высоких температур и временного их укрытия при чрезвычайных ситуациях до прибытия профессиональных подразделений ГВГСС (патент № 70653 Украина, МПК (2006) E21 F 3/00, E21 F 11/00. Установка для защиты от перегрева / В.И. Муравейник, С.А. Алексеенко, И.А. Шайхлисламова, В.И. Король (Украина). Опубл. 25.06.2007, бюл. № 9, 2007 г.). Установка включает (рис. 1): камеру (1), систему воздушного душирования, выполненную в виде трубы с отверстиями (2), пневматическую турбину (3), каплеуловитель (4) с поддоном (5) и отверстием (6) для выхода осушенного воздуха и другие элементы. Пневматическая турбина (3), каплеуловитель (4) и поддон (5) расположены в верхней части камеры (1). Камера имеет двойные стенки: боковые, переднюю (7), заднюю (8), крышу (9) и пол (10), в которых расположены каналы (11). Внешние поверхности камеры имеют тепловую изоляцию (12).

Каналы боковых и передней (7) стенок и крыши (9) соединены с каплеуловителем (4) и воздухопроводом (13) системы душирования (2). Воздухопровод (13) имеет патрубки (14) с регуляторами (15) для регулирования выпуска воздуха в зону отдыха работников (16). В передней стенке (7) камеры (1) установлены герметичные двери (17). В каналах задней стенки

Особую опасность для горнорабочих, находящихся на установке, представляют взрывы в горных выработках шахт, которые сопровождаются резким возрастанием в них температуры, давления и возникновением ударной волны

(8) установлены отражающие пластины (18) для направления конденсата на внутреннюю стенку камеры. Причем каналы задней стенки (8) соединены с поддоном (5) каплеуловителя (4), а также с каналами пола (10), который в передней части камеры имеет отверстия (19) и крышку (20) для их герметизации. Пневматическая турбина (3) соединена с трубопроводом (21) внешнего источника сжатого воздуха. Воздушный выхлоп (22) турбины (3) (выход отработавшего воздуха в турбине) соединен с каплеуловителем (4). В камере (1) установлен автономный источник (23) (например баллон сжатого воздуха), который с помощью патрубков высокого давления (24 и 25), регуляторов (26, 27, 28) соединен с пневматической турбиной (3) и воздухопроводом (13) системы душирования (2). Камера (1) установлена на шасси (29) с возможностью ее передвижения. В камере (1) установлены также сиденья

(31) и отделения (30) для хранения изолирующих самоспасателей, респираторов и медицинской аппаратуры для оказания первой помощи пострадавшим. Вспомогательный автономный источник (23) сжатого воздуха используют в особых экстремальных условиях: при отсутствии внешнего источника сжатого воздуха, необходимости увеличения затрат воздуха в системе душирования, использовании камеры в роли временного убежища при аварийных ситуациях и авариях в горных выработках шахт.

Передвижная установка конструкции НГУ работает следующим образом. Камеру (1), установленную на шасси (29), размещают вблизи рабочих зон горных выработок шахт на безопасном расстоянии от рабочих забоев (25–100 м) и подключают турбину (3) к трубе (21) внешнего источника сжатого воздуха. Сжатый воздух поступает в пневматическую турбину (3) по трубопроводам высокого давления (21) или (24). В турбине сжатый воздух расширяется, выполняя полезную работу вращения рабочего колеса. Согласно первому закону термодинамики энергетический потенциал сжатого воздуха при прохождении его через турбину снижается на величину отведенной от турбины работы (механической энергии). Эта механическая

энергия отводится от турбины вентиляционной струей воздуха или другим образом. Уменьшение энергетического потенциала, расширенного в турбине воздуха, проявляется в уменьшении его давления, снижении температуры, повышении его влажности (до 100%) и конденсации части водяных паров. При этом конденсат имеет низкую температуру. Отработанный в турбине воздух вместе с конденсатом поступает в каплеуловитель (4), где происходит отделение капель конденсата от воздуха. В результате этого воздух становится сухим, через отверстие (6) поступает в воздушные каналы (11) потолка и боковых стенок камеры, а конденсат поступает в поддон (5) каплеуловителя (4). Воздух при прохождении каналов (11) охлаждает внутренние поверхности стенок и потолка. При этом воздух нагревается, а его относительная влажность значительно снижается (до 40–50%). Таким образом, в систему

душирования (2) поступает теплый и сухой воздух (влажность не выше 50%), который через патрубки (14) поступает в зону (16).

Конденсат с поддона (5) каплеуловителя (4) поступает под действием силы тяжести в канал задней стенки (8). Отражающие пластины (18) направляют конденсат на стенку, ориентированную внутрь камеры, которая охлаждается стекающим по ней конденсатом. После этого конденсат поступает в каналы пола (10), охлаждает его стенки и вытекает наружу через отверстия (19).

Вспомогательный автономный источник (23) сжатого воздуха используют в особых условиях: при отсутствии внешнего источника сжатого воздуха, необходимости увеличения затрат воздуха в системе душирования, использовании камеры в роли временного укрытия при авариях в горнах выработках. Для этого в камере установлено отделение (30) для хранения дополнительных самоспасателей, респираторов и медикаментов для оказания первой помощи пострадавшим.

Таким образом, охлаждение тела горнорабочих, находящихся в камере (1) (в зоне отдыха (16)), осуществляется комплексно:

- путем конвекции при обдувании тела воздухом с температурой ниже температуры поверхности тела;
- путем испарения пота с поверхности тела рабочих при обдувании тела сухим воздухом;
- путем радиационного (лучистого) теплообмена между холодными внутренними поверхностями камеры и телом рабочих (радиационное охлаждение).

Использование всех основных путей охлаждения организма рабочих в каме-

ре обеспечивает быстрое снижение перегревания тела, тепловую релаксацию организма (нормализацию теплового баланса), что предотвращает опасность возникновения теплового удара, способствует восстановлению высокой работоспособности горнорабочих.

Особую опасность для горнорабочих, находящихся в установке, представляют взрывы в горных выработках шахт, которые сопровождаются резким возрастанием в них температуры, давления и возникновением ударной волны. Для угольных шахт типичными являются взрывы, обусловленные химической реакцией (взрыв смеси метана и воздуха, взрыв угольной пыли, взрыв метана и угольной пыли, взрыв взрывчатых веществ).

Для предотвращения разрушения конструкции установки ударной волной при взрывах ее целесообразно размещать в специально пройденных нишах.

Размещение передвижной установки в нише горной выработки выемочного участка или в подготовительной выработке большой протяженности показано на рис. 2.

На основе разработанной установки НГУ может быть создана промышленная передвижная камера-убежище. Для этого необходимо усовершенствовать систему жизнеобеспечения внутри установки. Воздухообмен в передвижной камере-убежище может осуществляться от сети или батарей баллонов сжатого воздуха, а также через вентиляционную скважину или от регенеративной установки с запасом сжатого воздуха или химически связанного кислорода.

При использовании сжатого воздуха необходимо следить за тем, чтобы передвижная камера-убежище посто-

янно находилась бы под избыточным давлением (не менее 50 Па), чтобы воспрепятствовать проникновению вредных газов (продуктов горения). Так как не исключено заполнение камеры вредными газами при входе в нее людей, перед снятием самоспасателей необходимо продуть камеру сжатым воздухом. Необходимое для этого время составляет до 5 мин, причем требуется подавать воздух в количестве 0,5 м³/мин на 1 м³ объема камеры. Так, например, для камеры-убежища внутренним объемом 10 м³, рассчитанной на 10 человек, требуется подача сжатого воздуха 5 м³/мин. После продувки расход воздуха должен быть отрегулирован таким образом, чтобы поддерживалось избыточное давление, и на одного человека поступало не менее 0,1 м³/мин свежего воздуха. При воздухообеспечении от регенерационной установки со сжатым или химически связанным кислородом требуется в любом случае исключить проникновение в камеру-убежище вредных газов, то есть на входе должен быть устроен специальный шлюз.

В комплект технических средств оснащения камеры-убежища должны входить: изолирующие самоспасатели, регенеративные респираторы, средства оказания первой помощи (перевязочный материал), телефонная и радиосвязь (в искробезопасном исполнении), газоопределяющий химический ГХ с комплектом индикаторных трубок на СО и СО², средства освещения, химические осветительные стержни и др.

Габаритные размеры передвижной камеры-убежища рассчитываются на максимально возможное количество работающих в забое людей (на одного человека в сидячем положении 0,5 м³, в лежачем – 1,3 м³). С тем чтобы при опасной ситуации объем подаваемого воздуха был наименьшим, следует, по возможности, не превышать данных значений и ограничивать высоту камеры 1,8–2,0 м.

Продолжительность пребывания людей в камере-убежище может составлять от 8 до 96 часов (4 суток).

Перемещение передвижной камеры-убежища по горным выработкам шахты осуществляется при помощи колесных пар, салазков и других приспособлений.

На камеру-убежище должны быть нанесены хорошо распознаваемые обозначения, по возможности светоотражающей краской. Указательный знак должен быть установлен поперек оси выработки. Следует предусматривать наружную сигнализацию, включаемую в то время, когда в камере-убежище находятся люди (пневматический свисток или цветной электрический светильник, которые включаются автоматически при подаче воздуха в камеру для дыхания людей). ТЖ

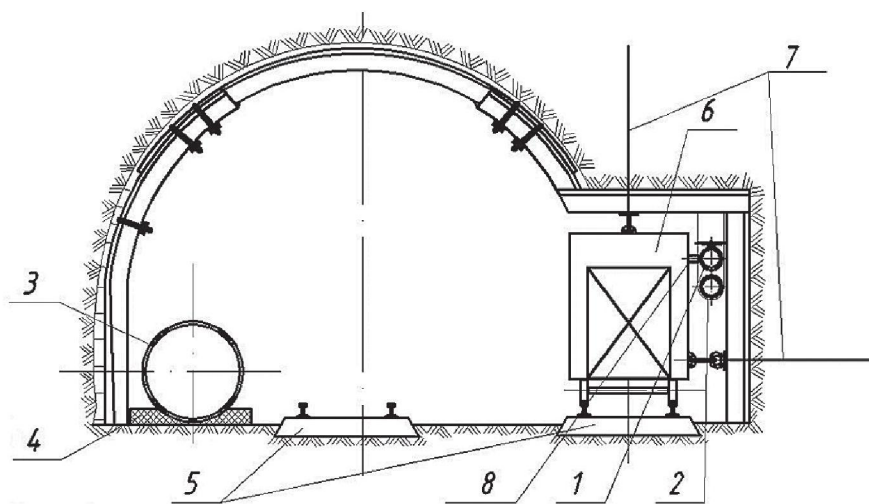


Рис. 2. Размещение установки конструкции НГУ в нише горной выработки:
 1 – трубопровод сжатого воздуха; 2 – противопожарный трубопровод; 3 – дегазационный трубопровод; 4 – подложка (не металлическая); 5 – рельсовая дорога типа ДКНЛ-1;
 6 – передвижная камера-убежище; 7 – анкера крепления камеры-убежища;
 8 – подвод сжатого воздуха к камере