

**Пашковский П.С., доктор техн. наук, Ильинский Э.Г., канд. техн. наук,
Конопелько Е.И., канд. физ.-мат. наук.**

Научно-исследовательский институт горноспасательного дела и пожарной безопасности «Респиратор». Украина, г. Донецк

СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ

В статье обоснована необходимость использования изолирующих средств защиты дыхания людей, оказавшихся в метрополитене при возникновении пожара, и приведено описание и техническая характеристика аппаратов, разработанных и выпускаемых НИИГД «Респиратор»

При строительстве и эксплуатации подземных сооружений, таких как метрополитен, при чрезвычайных ситуациях возможно возникновение среды непригодной для дыхания, связанной, из-за ограниченного объема, с недостатком кислорода (<17 %) или наличием токсичных веществ. Причиной этого может быть обрушение, возгорание или теракты.

Высокая степень пожароопасности метрополитена обусловлена насыщенностью его техническими устройствами, большим количеством горючих материалов и большой энергоемкостью. Анализ статистических данных показывает, что даже незначительные (по поверхностным меркам), локальные возгорания влекут за собой в условиях метрополитена тяжелые последствия. Отсутствие средств защиты органов дыхания приводит к массовым отравлениям (Нью-Йорк, Монреаль, Берлин) или более трагическим последствиям (Баку, Токио). Как показали исследования при горении кабелей, поездов и другого оснащения метрополитенов выделяется широкий спектр веществ, делающих среду непригодной для дыхания. В этом случае достаточную степень защиты дает применение только изолирующих средств, которые обеспечивают защиту органов дыхания при содержании в атмосфере различных токсичных веществ и кислорода менее 17 %. Средством первичной защиты могут служить самоспасатели СИ-30 [1]. Самоспасатель СИ-30 представляет собой изолирующий дыхательный аппарат с химически связанным кислородом (рис. 1),

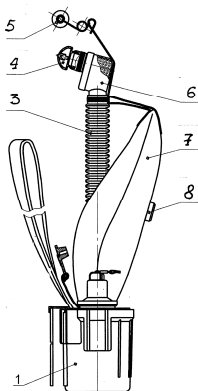


Рис 1. – Самоспасатель СИ-30 в состоянии использования

- 1 – корпус, 3 – гофрированная дыхательная трубка,
 4 – загубник, 5 – носовой зажим,
 6 – теплообменник,
 7 – дыхательный мешок,
 8 – клапан избыточного давления.

имеет маятниковую схему движения газовой смеси и улучшенные аэродинамические показатели параметров дыхания. Кислород, необходимый для дыхания, выделяется при поглощении продуктом водяных паров и диоксида углерода, содержащихся в выдыхаемом воздухе. Самоспасатель состоит из пластмассовых антистатичных корпуса и крышки с быстроскрываемым замком; регенеративного патрона с кислородсодержащим продуктом; воздухопроводной системы.

Ниже приведена краткая техническая характеристика изолирующего малогабаритного самоспасателя СИ-30, отвечающая нормам EN 13794:2002:

Время защитного действия при работе в номинальном режиме, мин, не менее	30
Время защитного действия при легочной вентиляции 10 дм ³ /мин (в состоянии покоя), мин, не менее	90
Максимальное индивидуальное сопротивление дыханию при вдохе или выдохе, кПа, не более	1,0
Температура вдыхаемого воздуха, К (°С), не более	328 (55)
Масса, кг, не более	2,35
Объемная доля диоксида углерода в течение времени защитного действия, %, не более	3,0
Габаритные размеры, мм	200x198x112
Назначенный срок службы самоспасателя (от даты ввода в эксплуатацию до списания), годы	5

Эксплуатационные испытания на шахте им. А.А. Скочинского по отзывам горнорабочих показали, что самоспасатель удобен при эксплуатации, компактен, корпус аппарата легко очищается от загрязнения угольной пылью, включение в аппарат удобное и простое, а условия дыхания – комфортные

Если время движения от рабочего места до свежего воздуха превосходит время защитного действия самоспасателя, то на маршруте выхода необходимо

устанавливать коллективные средства защиты органов дыхания: пункты переключения в резервные самоспасатели, передвижные или стационарные камеры-убежища. Они необходимы и в тупиковых выработках. Наиболее простым и надежным является пункт переключения с автономной системой воздухообеспечения, в котором запас кислорода находится в химически связанном виде, как в аппарате спасательном передвижном АСП [2] (рис. 2). Он состоит из:



Рисунок 2. Аппарат спасательный передвижной АСП

- корпуса в виде металлического контейнера сварной конструкции со скобами

для переноски и крепления его в горной выработке (корпус закрывается двумя створками двери с запорным устройством, допускающим опломбирование);

- воздухопроводной системы, состоящей из дыхательного мешка с избыточным клапаном, гофрированных шлангов с

клапанами в них, обеспечивающих круговую систему дыхания, и шести загубников, закрепленных на внутренней поверхности створок двери;

- двух пусковых устройств.

Время защитного действия (ВЗД) при легочной вентиляции $60 \text{ дм}^3/\text{мин}$ составляет 90 мин. Масса с самоспасателями типа ШСС-1 в количестве 15 шт. не превышает 135 кг.

Гражданский изолирующий противогаз ГИС-25, имеющий ВЗД равное 25 мин, разработанный для жителей высотных зданий, посетителей и работников административных сооружений. По своим параметрам соответствует европейским требованиям. Состоит из регенеративного патрона с химически связанным кислородом, воздухопроводной системы, пускового устройства и лицевой части в виде капюшона.

Для работников метрополитена разработан противогаз УИП [3] (рис. 3),



Рис 3 Универсальный изолирующий противогаз

представляющий собой изолирующий дыхательный аппарат многоразового применения с химически связанным кислородом, находящимся в гранулированном продукте на основе надпероксида калия (KO_2 в регенеративном патроне). УИП состоит из регенеративного патрона с пусковым устройством, дыхательного мешка с избыточным клапаном, дыхательного шланга с резиновой маской типа МИА, имеющей переговорное устройство и оголовье. Для

удобства ношения корпус снабжен плечевым и поясным ремнями. Для предотвращения термического воздействия на кожу человека корпус противогаза помещен в оболочку из термоизолятора. На крышке изображены пиктограммы, показывающие порядок включения в противогаз. Технико-эксплуатационные характеристики противогазов приведены в таблице.

Параметр	УИП	УИП-1Т
Время защитного действия, мин	50	-
Сопротивление дыханию, кПа, не более	1,0	1,0
Температура вдыхаемого воздуха, °С, не более	55	-
Эквивалентная температура, °С, не более	45	-
Объемная доля диоксида углерода во вдыхаемом воздухе в конце времени защитного действия, %, не более	3	-
Масса, кг. не более	4,0	4,0
Габаритные размеры, мм:	242x214x144	242x214x144
Полный срок службы противогаза до списания, годы	7,5	-

Опыт эксплуатации противогазов показал, что наиболее уязвимым местом в навыках пользования им является включение в аппарат. Для отработки этих навыков создан учебно-тренировочный противогаз УИП-1Т. Он полностью имитирует массогабаритные характеристики и сопротивление дыханию. Пользоваться им можно только в незагазованной среде. Средняя наработка на отказ противогаза УИП-1Т (100 включений без замены деталей) обеспечивает высокую экономичность его применения при обучении пользованию. Для

облегчения процесса обучения созданы учебные видеофильмы, этому же посвящены и плакаты, находящиеся на каждой станции. Последующие тренировки проводились путем выхода рабочих и ИТР в противогазах из условно загазованной зоны по маршруту, предусмотренному планом ликвидации аварии. Полученные навыки позволили работникам метрополитена при возникновении пожара на станции метро «Лукьяновская» (г. Киев) быстро включиться в противогазы и ликвидировать возгорание еще до приезда пожарных подразделений.

Для долговременной работы спасателей в токсичной среде служат регенеративные респираторы. Сравнительные испытания показали, что при работе в экстремальных условиях (при ликвидации сложных затяжных аварий, длительных разведках, энергоемких работах в зоне повышенных температур) респираторы с химически связанным кислородом типа РХ-4 (рис. 4) имеют несомненное преимущество перед другими типами респираторов [4]. Это обусловлено:



Рис. 4. Респиратор РХ-4Е

- экономичностью расходования кислорода, вследствие чего респиратор со временем защитного действия 4 ч обеспечивает защиту в состоянии покоя не менее 24 ч, когда люди в аварийной обстановке ожидают помощи;
- отсутствием продуктов метаболизма во вдыхаемом воздухе, вследствие чего восстановление после работы в респираторе наступает быстрее;
- низкой энтальпией вдыхаемого воздуха, обеспечивающей постоянный сьем тепловой нагрузки с организма пользователя;
- двумя дыхательными мешками, регенеративным патроном с развернутым слоем, теплообменником, теплооблагодотменником или увлажнителем, создающими комфортные условия дыхания по температуре, влажности и сопротивлению дыханию;

- панорамной маской, наличием цифрового или светового индикатора отработки регенеративного патрона, устройством дополнительной подачи воздуха или кислорода, повышающими безопасность применения респираторов и коэффициент их защиты.

Важным преимуществом респираторов с химически связанным кислородом является то, что время их защитного действия лимитируется концентрацией углекислого газа на вдохе, равной 1,5 %, т.е. в отличие от других аппаратов, они еще в течение некоторого времени (30-50 мин) обеспечивают человека кислородсодержащей смесью, пригодной для дыхания, создавая дополнительный резерв на критический случай.

В настоящее время разрабатывается новый респиратор, имеющий нержавеющий корпус и индикатор на новой элементной базе, что позволит увеличить его функциональные возможности и уменьшить габариты и массу.

В специальных пожарных подразделениях на железной дороге, а также нефтегазовом комплексе применяется респиратор с химически связанным кислородом РС. Важнейшее преимущество этого аппарата – низкие эксплуатационные расходы. По своему принципу действия, типу кислородсодержащего продукта, гарантированному ВЗД, равному 120 мин, сопротивлению дыханию и температуре, конструктивным элементам он сходен с респиратором для пожарных «Элита» фирмы «Ауэр», однако более совершенная компоновка позволила выиграть в массе (7,2 кг РС против 12 кг «Элиты») и в габаритах. Простота конструкции, отсутствие компрессорно-баллонного хозяйства малые габариты, срок межэксплуатационного обслуживания, равный 3 месяцам, обеспечивает преимущественно при хранении и транспортировании.

На протяжении многих лет при большой протяженности (до 5 км) маршрутов следования горноспасательных отделений к месту ведения работ, недостаточном проветривании в выработках, высоким содержанием в атмосфере токсичных газов и содержании кислорода ниже предельно допустимых норм, а также при повышенной температуре окружающей среды

по пути следования отделений и в месте ведения горноспасательных работ применяется комплекс бокс-базы горноспасательной КБГ [5] (рис. 5). Он

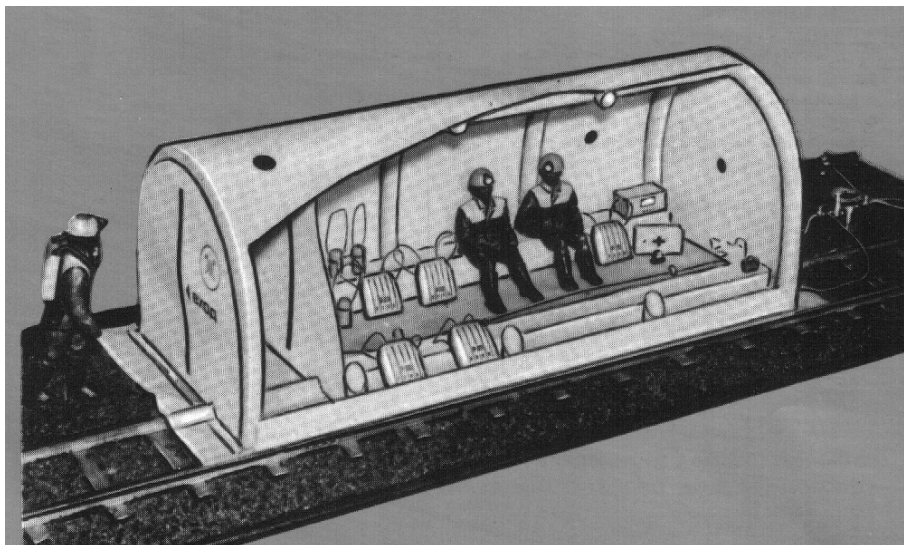


Рисунок 5. Комплекс бокс-базы горноспасательной КБГ

обеспечивает дыхание горноспасателей (12 в большом и 6 в малом) без средств индивидуальной защиты, а также создает условия для оказания первой медицинской помощи пострадавшим. КБГ устанавливается в выработке сечением не менее $5,5 \text{ м}^2$ при температуре воздуха не выше $50 \text{ }^\circ\text{C}$. В горной выработке, где устанавливается КБГ, должен быть пневмопровод (шахтная пневмосеть или прорезиненный пожарный рукав, подающий воздух от передвижного компрессора, устанавливаемого на свежей струе, на расстоянии не более 1000 м от него), обеспечивающий объемный расход воздуха $5 \text{ м}^3/\text{мин}$ при давлении сжатого воздуха от 0,3 до 0,6 МПа. Бокс представляет собой палатку арочного типа с надутым каркасом. Каркас наполняется воздухом либо с помощью мехов, либо от системы СЖО, включающей в себя блок подготовки воздуха и блок охлаждения. Избыток воздуха стравливается через предохранительный клапан. Бокс имеет тамбур и основной отсек с надутыми сиденьями. В обшивке бокса имеется предохранительный клапан, срабатывающий при избыточном давлении в боксе $0,1 \div 0,2 \text{ кПа}$. Внутри каркаса расположен турбохолодильник, в котором происходит охлаждение воздуха за счет его расширения. Величина снижения температуры воздуха в боксе $T, \text{ }^\circ\text{C}$ (относительно окружающей среды) может быть вычислена по формуле

$$T = 30P,$$

где P – давление на входе в СЖО в МПа;

При повышении температуры на участке расположения КБГ выше 50 °С она снижается путем установки водоразбрызгивателей, аэраторов, отвода струи воздуха с повышенной температурой или подвода свежей струи и т.п

Средства защиты органов дыхания, разработанные НИИГД «Респиратор», широко и успешно апробированные горноспасателями Минуглепрома Украины, членами других спасательных формирований, надежно защищая пассажиров, работников и строителей метрополитена, повышают безопасность в подземных сооружениях при возникновении чрезвычайных ситуаций.

Литература

1 Современный малогабаритный изолирующий самоспасатель СИ-30/ [Овчаров В.К., Зборщик Л.А., Бурего Н.Н., Кошечева Э.Г.].-Горноспасательное дело. Сб.науч. трудов. Донецк, НИИГД, 2008.-С. 136-140.

2 Повышение эффективности применения пунктов переключения в резервные самоспасатели./Брюм В.З., Ильинский Э.Г., Конопелько Е.И., Костоманов А.Л.- Горноспасательное дело. Сб.науч. трудов. Донецк, НИИГД, 2008.-С. 141-146.

3 В. Кудрицький Є. Конопелько Протигази для захисту органів дихання у випадку аварійної ситуації в метро (Противогаз для защиты органов дыхания в случае аварийной ситуации в метро).-К.- Пожежна безпека, 1999, № 3 (18).- С. 23-26.

4 Конопелько Е.И. Новое поколение респираторов с химически связанным кислородом. К.- Уголь Украины, 2003 з 1.- С. 45-48.

5 Комплекс бокс-базы горноспасательной/[Шевченко Ю.А., Ильинский Э.Г., Овчаров В.К., Гладков Ю.А.] //Безопасность труда в промышленности: 1983.- № 10.-С. 33-34.