

УДК 622.7.048:622.86



П.С. ПАШКОВСКИЙ

д-р техн. наук,
первый заместитель директора по науч. работе
НИИГД «Респиратор» МЧС ДНР, г. Донецк
e-mail: niigd@mail.ru



В.В. ГОВЖЕЕВ

научный сотрудник
НИИГД «Респиратор» МЧС ДНР, г. Донецк
e-mail: oszd_niigd_2@mail.ru



Р.С. ПЛЕТЕНЕЦКИЙ

начальник отдела
НИИГД «Респиратор» МЧС ДНР, г. До-
нецк
e-mail: zoloto-russland@yandex.ru



Л.А. ЗБОРЩИК

старший научный сотрудник
НИИГД «Респиратор» МЧС ДНР, г. Донецк
e-mail: oszd_niigd_1@mail.ru

СОВРЕМЕННЫЕ СРЕДСТВА ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОДЗЕМНОГО ПЕРСОНАЛА ШАХТ В АВАРИЙНЫХ УСЛОВИЯХ

С увеличением протяженности маршрутов выхода на угольных предприятиях времени защитного действия применяющихся самоспасателей недостаточно для эвакуации горнорабочих из аварийной зоны. В связи с этим разработана многоступенчатая система эвакуации и созданы отдельные компоненты данной системы: малогабаритные самоспасатели, пункты переключения, системы жизнеобеспечения для стационарных и передвижных камер-убежищ, систем аварийных сигнализаций.

Ключевые слова: САМОСПАСАТЕЛЬ, ПУНКТЫ ПЕРЕКЛЮЧЕНИЯ, СРЕДСТВА КОЛЛЕКТИВНОЙ ЗАЩИТЫ, ЭВАКУАЦИЯ ГОРНОРАБОЧИХ, СИСТЕМЫ ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИЯ

На угольных предприятиях могут возникать явления повышенной опасности, такие как взрывы газа и угольной пыли, пожары, внезапные выбросы угля и газа, обрушения горных пород, горные удары, затопление выработок. Государственный Научно-исследовательский институт горноспасательного дела, пожарной безопасности и гражданской защи-

ты МЧС ДНР (НИИГД «Респиратор», г. Донецк) с момента основания (1968) занимается разработкой способов и средств повышения безопасности и ведения аварийно-спасательных работ в угольных шахтах.

Одно из главнейших направлений деятельности института – разработка и модернизация дыхательной аппаратуры, предназначенной

для индивидуальных пользователей и групп людей. Предшественник НИИГД «Респиратор» - ЦНИЛ - занимался решением проблемы защиты органов дыхания с 1950 г. и является первоизобретателем многих моделей дыхательной аппаратуры для горняков. В НИИГД были созданы первичные средства индивидуальной защиты органов дыхания при подземных авариях – изолирующие самоспасатели с химически связанным кислородом (ШС-7М, ШСС-1, ШСМ, Си-30), имеющие массу 3...2 кг и время защитного действия 50...20 мин.

В связи с постоянным увеличением протяженности маршрутов выхода ещё в 70-х гг. прошлого века возникла ситуация, когда времени защитного действия самоспасателя стало недостаточно для безопасной эвакуации людей по выработкам в непригодной для дыхания среде. Увеличение времени защитного действия самоспасателя до 90 мин и более - нецелесообразно и является тупиковым направлением. Из-за увеличения массогабаритных параметров такого аппарата эксплуатация его затруднена и будет чрезмерно утомлять работника. Часто горнорабочий снимает свой самоспасатель после прибытия на рабочий участок. Поэтому оптимальным решением является система самоспасения горнорабочих, которая бы включала следующие компоненты: постоянно носимый малогабаритный самоспасатель (который бы не стеснял движений и не утомлял горнорабочего), пункты переключения в резервные самоспасатели, камеры-убежища. НИИГД «Респиратор» велась разработки ка-

ждой из составляющих частей системы самоспасения, включая нормативно-правовую.

В основном угольные предприятия (шахты) оснащают изолирующими самоспасателями среднего типа с временем защитного действия не менее 50 мин: ШСС-1У, ШСС-1П и др. В связи с увеличением энергозатрат для преодоления аварийных маршрутов возникает необходимость в разработке изолирующих малогабаритных самоспасателей с временем защитного действия до 30 мин (поясной вариант конструкции), применение которых с самоспасателями среднего типа давало бы суммарное время защитного действия 80...90 мин. Эти самоспасатели малы по размерам, легки, компактны, удобны и могут постоянно находиться на поясном ремне пользователя.

Принцип действия изолирующих средств индивидуальной защиты основан на обособлении органов дыхания (зрения) и превращении выдыхаемых человеком диоксида углерода и паров воды в кислород в количестве, достаточном для дыхания [1]. В таких средствах защиты реализуется замкнутая, автономная система дыхания, параметры которой соответствуют физиологическим и медицинским требованиям.

НИИГД «Респиратор» разработаны несколько моделей малогабаритных самоспасателей с химически связанным кислородом (ШСМ-1, ШСМ-30). Последний из разработанных малогабаритных самоспасателей для угольной промышленности – Си-30 (рисунок 1), параметры которого соответствуют нормам европейского стандарта EN 13794:2002 [2].



Рисунок 1 – Самоспасатель Си-30 в раскрытом и закрытом виде

Самоспасатель Си-30 – разового применения, с маятниковой схемой движения газоздушной смеси и улучшенными аэродинамическими показателями параметров дыхания. Маятниковая схема дыхания, предусматривающая прохождение через кислородсодержащий продукт газоздушного потока два раза, позволяет улучшить условия регенерации. Условия дыхания в самоспасателе улучшаются также с помощью применяемого в конструкции теплообменника, который удерживает до 80% водяных паров на фазе выдоха в самоспасатель ($\approx 20\%$ водяных паров поступают к регенеративному продукту). При вдохе из самоспасателя горячий и сухой воздух, обогащенный кислородом, увлажняется за счёт испарения влаги с поверхности теплообменника, и температура воздуха снижается на $5...8^{\circ}\text{C}$. Это происходит из-за затрат теплоты на испарение влаги. Снижение температуры вдыхаемого воздуха способствует увеличению продолжительности активного периода работы самоспасателя на $5...10$ мин. Использование такой модели влагообмена позволяет обеспечить на протяжении 30-минутного времени защитного действия самоспасателя температурно-влажностные параметры, отвечающие нормам EN 13794. Кроме того, самоспасатель Си-30 сконструирован ремонтпригодным, т.е. его конструкция позволяет заменять в использованных аппаратах регенеративные патроны с пусковыми устройствами.

По свидетельству горнорабочих, принимавших участие в опытной эксплуатации самоспасателя Си-30 в подземных условиях на шахте, аппарат компактен, удобен, пластмассовый корпус самоспасателя легко очищается от загрязнения угольной пылью, включение в аппарат простое, а условия дыхания комфортные.

В связи с недостаточностью времени защитного действия самоспасателя для безопасной эвакуации ещё в конце прошлого века в шахтах стали организовывать на протяженных маршрутах пункты группового хранения и переключения в резервные самоспасатели. Однако такие пункты не обеспечивают безопасность операций переключения горнорабочего в резервный самоспасатель, так как

человек находится в загазованной среде, и малейшая ошибка в действиях может привести к трагическим последствиям. Для решения этой проблемы НИИГД «Респиратор» разработан передвижной спасательный пункт ПСП [3], который, кроме резервных самоспасателей, имеет систему воздухообеспечения (баллон со сжатым воздухом). Пункт ПСП удобен для транспортирования, имеет небольшую массу (его могут переносить четыре человека), но использование баллона со сжатым воздухом одновременно снижает удобство эксплуатации и надежность, так как баллон при длительной эксплуатации может оказаться пустым из-за утечки воздуха через вентиль.

С целью устранения этого недостатка разработан пункт ПСПМ, воздухопроводная система которого подключалась к шахтной пневмосети. Однако эти пункты могли оказаться без воздуха при взрыве в шахте, который мог разрушить шахтную пневмосеть.

Надежным, экономичным и удобным в эксплуатации способом автономного воздухообеспечения пункта переключения может быть использование в нем регенеративного патрона с химическим резервированием кислорода. В мировой практике горноспасательного дела это направление пока не имело развития.

Впервые пункт с регенеративным патроном АД-180 разработан в НИИГД «Респиратор». В нем размещается 12 самоспасателей ШСС-1 и шесть воздухопроводов, подключенных через коллектор к регенеративному патрону, в котором резервируется химически связанный кислород. Пункт АД-180 обеспечивает шесть человек комфортными условиями дыхания и может находиться в шахте в условиях ожидания в течение 5 лет. Помимо АД-180 также существует модификация АД-360 с временем защитного действия 6 ч для установки в протяженных тупиковых выработках [4].

В связи с ужесточением требований стандартов к условиям дыхания в НИИГД «Респиратор» в 2008 г. разработана новая модель автономного средства коллективной защиты – аппарат спасательный передвижной (АСП), снабженный регенеративным патроном с химически связанным кислородом и предназ-

наченный для безопасного включения горнорабочих в резервные самоспасатели по истечении срока защитного действия личного самоспасателя или при его отсутствии [5]. Данный аппарат стал победителем на всеукраинском конкурсе «Сто лучших товаров Украины» в 2010 г. в номинации «Продукция производственно-технического назначения» (рисунок 3). Аппарат АСП выпускался мелкими партиями опытно-экспериментальным производством НИИГД «Респиратор» и до сих пор находится на оснащении многих шахт Украины.

Аппарат АСП имеет шесть воздухопроводов, количество которых определялось с помощью методов теории массового обслуживания и обусловлено необходимостью безопасного пере-

ключения всех людей, находящихся в момент аварии на участке и идущих работать на участок. Выбор времени защитного действия при разработке аппарата определяли исходя из времени прибытия на аварийный участок горноспасателей или членов ВГК после аварии 70...80 мин. Поэтому при разработке конструкции регенеративного патрона время защитного действия при включении шести человек принято равным 90 мин. В АСП находится 15 самоспасателей типа ШСС-1У или ШСС-1П. Аппарат рассчитан на эксплуатацию при температуре окружающей среды от 10 до 40°C. Габариты аппарата не более 1200×750×400 мм. Масса пункта (без самоспасателей) – более 85 кг. Срок службы (с заменой отдельных узлов) – не менее 10 лет.



Рисунок 2 – Диплом победителя всеукраинского конкурса

В 2010 г. НИИГД «Респиратор» разработан ППС (пункт переключения в самоспасатели) (рисунок 3), который, помимо автономной системы воздухообеспечения, оборудован световой и звуковой сигнализацией, включающейся при открывании дверей аппарата или по команде диспетчера с поверхности [6]. Данный аппарат создан для включения в Унифицированную телекоммуникационную автоматизированную систему (УТАС). При возникновении аварийной ситуации горнорабочие открывают створ-

ки дверей аппарата ППС и сигнал автоматически поступает на пульт диспетчера шахты. Также в случае аварии диспетчер может сам включить аудиовизуальную сигнализацию. Система звуковой и световой сигнализации имеет уровень защиты Р0 Иа, степень защиты оболочки составных частей – не ниже IP54. Аккумулятор системы сигнализации находится в режиме постоянной подзарядки (режим Stand by), в случае аварийного отключения напряжения в шахте система переходит в автономный режим.



Рисунок 3 – Аппарат ППС

Система звуковой и световой сигнализации сохраняет работоспособность при отключении шахтной питающей электросети, имеет нижнее значение наработки на отказ не менее 5000 ч, сохраняет работоспособность при воздействиях внешних неблагоприятных факторов, имеет режим циклического контроля исправности действия, обеспечивает прерывистую световую и звуковую сигнализацию с частотой акустических сигналов от 800 до 2000 Гц и уровнем звукового давления не менее 85 дБ. Система звуковой и световой сигнализации благодаря наличию датчика положения двери и устройству сигнализации способна предотвращать несанкционированный доступ внутрь аппарата. Система имеет возможность быстрой замены блоков питания и управления в условиях шахты.

В отличие от АСП аппарат ППС снабжен пятью загубниками и полумаской с переговорной мембраной, что дает возможность горнорабочему сообщить на диспетчерский пункт о произошедшей аварии по шахтной связи. Технические характеристики системы регенерации воздуха аналогичны характеристикам аппарата АСП. В аппарате размещено 15 резервных самоспасателей типа ШСС-1У.

Одновременно с разработкой аппаратов коллективной защиты в НИИГД велся поиск оптимальных методик применения средств защиты дыхания. Данная работа завершилась созданием многоступенчатой системы самоспасения, которая включает малогабаритные

самоспасатели (находящиеся у каждого горнорабочего и не стесняющие его действий), пункты переключения в резервные самоспасатели (время защитного действия резервных самоспасателей – 50...60 мин) и камеры-убежища (стационарные и передвижные). Эта многоступенчатая система самоспасения была оформлена в качестве отраслевого стандарта Украины и принята в 2005 г. как СОУ 10.1-00174102-002-2004 «Система самоспасения горняков. Общие требования» [7]. В 2011 г. для регламентации оснащения шахт различными типами самоспасателей (в том числе и малогабаритным Си-30) был разработан отраслевой стандарт Украины СОУ 10.1.00174102-018:2011 «Система и технические средства самоспасения горняков. Выбор типа самоспасателя и мест размещения средств коллективной защиты органов дыхания в горных выработках» [8].

В тех случаях, когда одного пункта переключения в резервные самоспасатели было недостаточно для эвакуации, согласно СОУ 10.1-00174102-002-2004, на маршруте устанавливали передвижную или стационарную камеру-убежище [9], которая, согласно исследованиям, является наиболее надёжным средством защиты при авариях. НИИГД «Респиратор» разработаны системы жизнеобеспечения для стационарных (рисунок 4) и передвижных камер-убежищ с питанием от шахтной пневмосети (рисунок 5) [10]. Данные системы жизнеобеспечения, помимо очистки воздуха от вредных примесей (паров масел, акролеина и

др.), осуществляют также охлаждение подаваемого воздуха для создания более комфортных условий в камере-убежище. Эти системы жиз-

необеспечения выпускались мелкосерийными партиями опытно-экспериментальным производством института для шахт Украины.



1 – подающий рукав от шахтной пневмосети; 2 – блок фильтров; 3 – блок охлаждения; 4 – рассекатель

Рисунок 4 – Система жизнеобеспечения для стационарных камер-убежищ



1 – рассекатель; 2 – блок охлаждения; 3 – блок подготовки воздуха

Рисунок 5 – Система жизнеобеспечения для передвижных камер-убежищ

Вывод

Таким образом, НИИГД «Респиратор» разработана многоступенчатая система самоспасения горнорабочих, включающая отраслевые стандарты, регламентирующие требования к системе самоспасения и вы-

бор типа самоспасателя, различные модели средств индивидуальной и коллективной защиты, в том числе с возможностью включения в единую общешахтную телекоммуникационную систему.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Диденко Н.С. Регенеративные респираторы для горноспасательных работ. – М.: Недра, 1984. – 167 с.
2. Овчаров В.К. Современный малогабаритный изолирующий самоспасатель Си-30 / В.К. Овчаров, Л.А. Зборщик, Н.Н. Бурего, Э.Г. Кощеева // Горноспасательное дело. – 2008. – Вып. 45. – С. 136–140.
3. Ильинский Э.Г. Передвижные спасательные пункты для включения в резервные самоспасатели / Э.Г. Ильинский, Н.С. Диденко, В.В. Козаченко // Уголь Украины. – 1976. – № 10. – С. 43–44.
4. Ильинский Э.Г. Коллективные средства защиты, созданные НИИГД «Респиратор» / Э.Г. Ильин-

ский, Е.И. Конопелько, В.К. Овчаров // Уголь Украины. – 2008. – № 12. – С. 36–40.

5. Патент № 58528 Украина. Групповой изолирующий дыхательный аппарат с химически связанным кислородом. Заявл. 23.11.2010; опубл. 11.04.2011; Бюл. № 7.

6. Патент № 68688 Украина. Групповой изолирующий дыхательный аппарат с химически связанным кислородом. Заявл. 23.08.2011; опубл. 10.04.2012; Бюл № 7.

7. Брюм В.З. Повышение эффективности применения пунктов переключения в резервные самоспасатели / В.З. Брюм, Э.Г. Ильинский, Е.И. Конопелько, А.Л. Костоманов // Горноспасательное дело: сб. науч. тр. / НИИГД «Респиратор». – 2008. – Вып. 45. – С. 141–146.

8. Ильинский Э.Г. Совершенствование нормативной базы системы самоспасения горнорабочих / Э.Г. Ильинский, Е.И. Конопелько, Н.Н. Бурего // Горноспасательное дело: сб. науч. тр. / НИИГД «Респиратор». – 2009. – Вып. 46. – С. 141–147.

9. Ильинский Э. Г. Требования к оборудованию и размещению камер-убежищ в горной выработке / Э.Г. Ильинский, Е.И. Конопелько, В.К. Овчаров // Пути повышения безопасности горных работ в угольной отрасли: сб. тез. докл. 11-й Междунар. науч.-практ. конф. – Макеевка, 2007. – С. 65–67.

10. Ильинский Э.Г., Е.И. Конопелько. Определение мест расположения камер-убежищ // Вести Донецкого горного ин-та. – 2008. – № 2. – С. 150–154.

P.S. Pashkovskij

Doctor of Technical Science, deputy general director
NIIGD «Respirator» EMERCOM of Donetsk
People's Republic, Donetsk
e-mail: niigd@mail.ru

R.S. Pleteneckij

Departmental head
NIIGD «Respirator» EMERCOM of Donetsk
People's Republic, Donetsk
e-mail: zoloto-russland@yandex.ru

V.V. Gozheev

Scientific worker
NIIGD «Respirator» EMERCOM of Donetsk
People's Republic, Donetsk
e-mail: oszd_niigd_2@mail.ru

L.A. Zborshchik

Senior scientific worker
NIIGD «Respirator» EMERCOM of Donetsk
People's Republic, Donetsk
e-mail: oszd_niigd_1@mail.ru

MODERN MEANS OF LIFE SUPPORT FOR UNDERGROUND MINE STUFF IN EMERGENCY CONDITIONS

The protection time of applicable self-rescuers is inadequate for the mine stuff evacuation from the incident area due to exit routs length increase in coal mines. Consequently, the multistage escape system and separate component such as small self-rescuers, reswitching points, life-safety for fixed and portable refuge chambers, emergency alarm system are established.

Key words: SELF-RESCUER, RESWITCHING POINT, COLLECTIVE PROTECTIVE MEANS, MINE STUFF EVACUATION, LIFE-SAFETY SYSTEM

REFERENCES

1. Didenko N.S. Regenerativnyye respiratory dlja gornospasatelnyh rabot (Closed-circuit breathing apparatus for mine rescue operations). Moscow: Nedra, 1984. 167 p.

2. Ovcharov V.K. Sovremennyy malogabaritnyj izolirujushhij samospasatel Si-30 (Modern small self-rescuer Si-30) / V.K. Ovcharov, L.A. Zborshchik, N.N. Burego, Je.G. Koshheeva // Gornospasatelnoe delo. 2008. Iss. 45. pp. 136–140.

3. Ilinskij Je.G. Peredvizhnye spasatelnye punkty dlja vkljuchenija v rezervnyye samospasатели (Portable reswitching points for using reserve self-rescuers) / Je.G. Ilinskij, N.S. Didenko, V.V. Kozachenko // Ugol Ukrainy. –1976. № 10. pp. 43–44.

4. Ilinskij Je.G. Kollektivnyye sredstva zashhity, sozdannyye NIIGD «Respirator» (Collective protective means, designed by NIIGD «Respirator» / Je.G. Ilinskij, E.I. Konopelko, V.K. Ovcharov // Ugol Ukrainy. 2008. № 12. pp. 36–40.

5. Patent № 58528 Ukraina. Gruppovoj izolirujushhij dyhatelnyj apparat s himicheski svjazannym kislorodom. Zajavl. 23.11.2010; opubl. 11.04.2011; Bjul. № 7.

6. Patent № 68688 Ukraina. Gruppovoj izolirujushhij dyhatelnyj apparat s himicheski svjazannym

kislorodom (Collective self-contained breathing apparatus with chemically bonded oxygen). Zajavl. 23.08.2011; opubl. 10.04.2012; Bjul № 7.

7. Brjum V.Z. Povyshenie jeffektivnosti primenenija punktov perekljuchenija v rezervnye samospasateli (Efficiency increase of reswitching points for using reserve self-rescuers using of effectiveness) / V.Z. Brjum, Je.G. Ilinskij, E.I. Konopelko, A.L. Kostomanov // Gornospasatenoje delo: sb. nauch. tr. / NIIGD «Respirator». 2008. Iss. 45. pp. 141–146.

8. Ilinskij Je.G. Sovershenstvovanie normativnoj bazy sistemy samospasenija gornorabochih (Normative base of self-rescue system for mine workers improvement) / Je.G. Ilinskij, E.I. Konopelko, N.N. Burego // Gornospasatelnoje delo: sb. nauch. tr. / NIIGD «Respirator». 2009. Iss. 46. pp. 141–147.

9. Ilinskij Je. G. Trebovanija k oborudovaniju i razmeshheniju kamer-ubezhishh v gornoj vyrabotke (Requirements for the equipment and placement of refuge chambers in mines / Je.G. Ilinskij, E.I. Konopelko, V.K. Ovcharov // Puti povyshenija bezopasnosti gornyh rabot v ugolnoj otrasli: sb. tez. dokl. 11-j Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. Makeevka, 2007. pp. 65–67.

10. Ilinskij Je.G., E.I. Konopelko. Opredelenie mest raspolozhenija kamer-ubezhishh (determination of the refuge chambers location) // Vesti Doneckogo gornogo in-ta. 2008. № 2. pp. 150–154.