

Основные принципы разработки средств защиты органов дыхания

*Конопелько Евгений, кандидат физ.-мат наук, ст. научный сотрудник,
Зборщик Любовь, Ильинский Андрей
83048, г. Донецк, ул. Артема, 157, тел. 311-69-52, факс 311-69-43,
E-mail: niigd@ukrpost.ua*

Разработка средств защиты органов дыхания – важнейшее направление деятельности НИИГД «Респиратор». За время существования института разработан широкий спектр дыхательных аппаратов: фильтрующих и изолирующих, автономных и стационарных, индивидуальных и коллективных для защиты работающих от непригодной для дыхания среды. Концепция, которой должна удовлетворять каждая новая разработка, содержит семь основных принципов. Рассмотрим их.

Первый принцип – обстоятельное изучение мирового опыта, проведение патентно-информационных или информационных исследований. Так в настоящее время такие исследования проводятся по работам, выполняемым по заказу Минуглепрома Украины:

- Разработка респиратора с химически связанным кислородом и индикатором отработки регенеративных патронов в соответствии с требованиями европейских стандартов к индивидуальным средствам защиты органов дыхания;
- Разработка автономного пункта переключения в резервные самоспасатели;
- Разработка комплекта системы жизнеобеспечения стационарной камеры-убежища для защиты горняков при аварии в выработках с пневмосетью;
- Разработка передвижной камеры-убежища с системой регенерации воздуха;
- Разработка стандарта организации Украины «Система и технические средства самоспасения шахтеров. Выбор типа самоспасателя и мест расположения средств коллективной защиты органов дыхания в горных выработках».

Увеличение глубины выработок и, следовательно, температуры в них, привело к тому, что респираторы со сжатым кислородом типа Р-30, которые находятся на вооружении горноспасателей, часто не соответствуют условиям ведения горноспасательных работ. Это подтверждается трагическими случаями на шахтах «Суходольская» и «Краснолиманская», где погибли горноспасатели. В первом случае из-за недостатка кислорода, когда они оказались за завалом, а во втором случае из-за теплового удара. Отличительная особенность респираторов с химически связанным кислородом – низкая энтальпия вдыхаемого воздуха, ниже выдыхаемого. Это обеспечивает постоянный сьем тепловой нагрузки с организма пользователя. Второе важное преимущество этих респираторов – экономичность расходования кислорода, что обуславливает увеличение его времени защитного действия в режиме «отсидки» до 24 ч. Поэтому респираторы с химически связанным кислородом предназначены для выполнения тяжелых спасательных и технологических работ при высокой температуре окружающей среды, в том числе и с использованием противотепловой одежды. При таких условиях эти респираторы имеют несомненное преимущество перед другими типами респираторов за счет комфортности вдыхаемого воздуха. Респираторы РХ-4Е и РХ-4П находятся на оснащении газодымозащитников пожарной охраны Киева и горноспасателей оперативного ВГСО и 1 ВГСО. Опыт эксплуатации показал, что они просты по конструкции, позволяют выполнять более тяжелые работы в более быстром темпе и более длительное время. Панорамная маска, наличие индикатора степеней отработки регенеративного патрона повышают коэффициент защиты респиратора. Однако горноспасатели отмечают недостаточную жесткость и фрикционную искроопасность корпуса и надежность индикатора с цифровой индикацией, что не позволяет расходовать весь запас кислорода. Анализ зарубежных респираторов показал, что для получения необходимой жесткости масса аппарата в пластмассовом корпусе будет ~ 16 кг (как, например, AirElite), что превосходит значение, регламентируемое стандартом Украины. Поэтому в настоящее время разрабатывается респиратор в нержавеющей корпусе, а в индикаторе будет воплощена принципиальная схема, хорошо зарекомендовавшая себя в индикаторе И2 со световой индикацией, но на новой элементной базе для получения цифровых значений.

Разработка коллективных средств защиты связана с введением в Украине многоступенчатой системы самоспасения горняков, предусматривающей сочетание индивидуальных (самоспасатели) и коллективных средств защиты, которые применяются практически во всех угледобывающих странах. Широко применяются в шахтах на аварийных маршрутах выхода, где время их преодоления превосходит время защитного действия самоспасателя, пункты переключения. Они предназначены:

- для переключения горняков из самоспасателей с истекающим временем защитного действия в резервный самоспасатель на длинных маршрутах выхода;
- для включения горняков в самоспасатели при отсутствии у них собственных аппаратов в аварийной обстановке;

- для обеспечения горняков пригодным для дыхания воздухом, когда по аварийной ситуации целесообразно переждать в зоне спасательного передвижного пункта до восстановления нормальной вентиляции или поступления посторонней помощи. Наиболее надежными из них являются пункты, автономная система которых имеет в своем составе регенеративные патроны с химически связанным кислородом, например, АСП (аппарат спасательный передвижной). Он состоит из:

- 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;

- регенеративного патрона, снаряженного кислородсодержащим веществом на основе надпероксида калия (KO_2);

- двух пусковых устройств.

Время защитного действия (ВЗД) при легочной вентиляции $60 \text{ дм}^3/\text{мин}$ – 90 мин. Масса с самоспасателями типа ШСС-1 в количестве 15 шт. не более 135 кг. Для расширения его возможности в части повышения безопасности горняков сейчас разрабатывается пункт ППС, который будет включаться в систему УТАС или другую систему безопасности с возможностью звуковой и световой сигнализации, связи с диспетчером, индикации открытия двери и т.д.

Однако безопасность использования пунктов переключения может быть достигнута лишь при тщательном обучении и постоянных тренировках подземных рабочих, так как переключение происходит в токсичной среде. В этом смысле более безопасны камеры-убежища, в которые за счет избыточного давления (не менее 50 Па) не проникают токсичные вещества, к тому же они необходимы на сверхдлинных маршрутах, количество которых в настоящее время составляет около 15 %. Горнорабочие могут там не только переключаться в резервные самоспасатели, но и переждать некоторое время (от 4 часов до 14 суток) до прихода горноспасателей, которые в камере-убежище при необходимости могут оказать первую медицинскую помощь, сами отдохнуть или переснарядить респиратор.

Камеры-убежища располагают в горной выработке, по которой движется исходящая струя воздуха. Для предотвращения разрушения камеры при взрыве в горной выработке, а также для того, чтобы она не создавала дополнительного сопротивления воздуху, проходящему по выработке, передвижная камера-убежище должна располагаться в специальной выработке. Стационарная камера-убежище располагается в нише или в параллельной выработке (при ее наличии). Передвижные камеры-убежища проектируются на различное количество размещаемых в них людей (обычно 12-15), имеют разные объемы и способы обеспечения воздухом. Анализ литературных данных позволил установить, что кислородопитание камер-убежищ может осуществляться разными способами. Наиболее простой из них – от стационарной пневмосети. Институт имеет опыт разработки таких систем, полученный при создании комплекса бокс-базы горноспасательной КБГ. Она устанавливается невдалеке от места аварии или на длинных маршрутах и позволяет отдохнуть в ней, выключившись из респиратора, при нормальных климатических условиях (температура в ней может быть на 10-20 °С ниже температуры окружающей среды). 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.

Более сложный способ кислородопитания – автономная система кислородопитания, которая будет реализована в передвижной камере-убежище. В ее основу положена принципиальная схема системы жизнеобеспечения, которая разработана и изготовлялась нами для всех биоспутников СССР.

Для внедрения системы самоспасения нужны не только технические средства, но и нормативные акты. Сейчас разработаны только общие требования, а опыт показал, что от расположения коллективных средств защиты, выбора типа самоспасателя зависит успешное функционирование многоступенчатой системы. Поэтому разработка такого стандарта, имеющегося в некоторых зарубежных странах, крайне необходима.

Второй принцип – Соответствие требованиям европейских и государственных стандартов. Необходимо подчеркнуть, что с введением в Украине стандартов гармонизированных с европейскими, требования к средствам защиты органов дыхания значительно ужесточились. Это как раз адекватно усложнению условий угледобычи и энергоемкости маршрутов выхода. Зная эту тенденцию, мы разрабатывали аппараты, которые бы удовлетворяли этим требованиям. Все аппараты, разработанные в последнее десятилетие, соответствуют этому принципу. Это малогабаритные самоспасатели СИ-30 и СИ-40, имеющие время защитного действия 30 и 40 мин и массу 2,35 и 2,8 кг соответственно. Они располагаются на пояском ремне горнорабочего, имеют пластмассовый или нержавеющей корпус и более комфортные условия дыхания по сравнению с предыдущими моделями. Самоспасатель ШСС-1ПВ, имеющий время защитного действия 50 мин – первый наш Самоспасатель, сертифицированный в Европе. Респираторы РХ-4Е и РХ-4П также соответствуют всем стандартам.

Третий принцип – Должно быть предусмотрено достаточное количество модификаций, чтобы удовлетворить потребность практически любого потребителя для различных производственных условий. Так, разработанные совместно с ООО «Защита дыхания», самоспасатель СИМ-15, время защитного действия которого – 15 мин, имеет 4 модификации, отличающиеся лицевой частью и упаковкой; малогабаритный воздушный аппарат МВА имел 5 модификаций, отличающихся временем защитного действия и подвесной системой; универсальный изолирующий противогаз УИП, хорошо зарекомендовавший себя в метро и на железной дороге, у которого время защитного действия 50 мин, имеет 5 модификаций. УИП пригодны для применения в других отраслях промышленности, коммунального хозяйства и транспорта при температуре от минус 5 °С до 40 °С, относительной влажности до 100 % при температуре 25 °С для ежедневного ношения в течение рабочей смены, хранения в пунктах переключения, размещения на горных машинах и транспортных средствах. Простота конструкции обеспечивает быстрое освоение навыков включения в аппарат, а экономичность расхода кислорода позволяет переносить любые физические нагрузки, в режиме «отсидки» увеличивая время защитного действия до 6 ч, что повышает коэффициент защиты аппарата. УИП создан с использованием регенеративного патрона с химически связанным кислородом от серийно выпускаемого самоспасателя ШСС-1.

Модификацией КБГ может считаться модуль автономной передвижной МАП, предназначенный для обеспечения нормальных условий жизни при любых погодных условиях и оказания медицинской помощи. Модуль, как и КБГ, выполнен в виде палатки, несущим элементом которой является пневматический резиноканевый каркас. Различные модификации МАП обеспечивают нормальные санитарно-гигиенические условия проживания 5...18 человек. Система обогрева и наддува предназначена для вентиляции, охлаждения или обогрева воздуха внутри модулей при температуре окружающего воздуха от минус 30 °С до 50 °С, наддува каркаса при разворачивании модулей и автоматического поддержания внутрикаркасного давления. Время его разворачивания 10...15 мин. Система энергообеспечения и освещения гарантирует автономное питание комплекса в местах отсутствия стационарной электрической сети или ее повреждения. Немаловажно то, что МАП могут устанавливаться на любой грунт (песчаный, каменистый, глинистый, травянистый) соответствующей площади без какой-либо предварительной планировки. Гигиенический блок, укомплектованный биотуалетом, водонагревателем и душевыми кабинами, имеющими сборники грязной воды – повышает не только комфортность проживания, но и экологическую чистоту. На базе МАП созданы региональные спасательные отряды МЧС в Крыму, Донецкой и Днепропетровской областях, на предприятиях НАК «Нефтегаз Украины». Аналогичные модули используются в Англии, Франции, ФРГ для установки в тоннелях, дезактивации и дегазации местности, для укрытия пожарных и оказания первичной помощи пострадавшим.

Четвертый принцип – Создание учебно-тренировочных аппаратов. Это: УИП-1Т, ШСС-1Т и ШСС-1Т1. Последний – уникален, т.к. в отличие от зарубежных аппаратов позволяет не только освоить порядок включения, почувствовать массу и сопротивление дыханию, но и полностью воссоздает температурно-влажностные характеристики вдыхаемого воздуха.

Пятый принцип – Детальная проработка узлов и создание на стадии разработки экспериментальных и опытных образцов, конкурс нескольких вариантов. Например, при разработке АСП в испытаниях участвовало 3 варианта и по результатам сравнения эксплуатационных параметров, технологичности, стоимости был сделан окончательный выбор.

Шестой принцип – Согласование конструкторской документации, начиная с технического задания на изделие, с организациями, в которых планируется внедрение данных аппаратов. Надо особо отметить, что несмотря на то, что действующая нормативная база не предусматривает на этом этапе согласование с органами Государственного санитарного надзора, многие ТЗ на аппараты для упрощения дальнейшей постановки продукции на производство подвергаются экспертизе на данном этапе. Для этого НИИГД «Респиратор», совместно с Донецкой обл. СЭС, разработаны «Методические указания по организации и проведению санитарного надзора за разработкой и внедрением продукции СИЗ». Такой процедуре подверглись, например, ранее упоминаемые респиратор РХ-4П, самоспасатели СИ-30 и СИ-40.

Седьмой принцип – Стоимость аппаратов должна быть доступной отечественному потребителю. Это возможно отражается на дизайне, упаковке и других аспектах, не связанных с эксплуатационными параметрами, но приводит к существенному снижению стоимости. Например, цена ШСС-1П ~600 грн, а «Охувок К» фирмы «Дрегер» ~600 €, МВА-40 стоит 2000 грн, а аналогичный аппарат фирмы «INTER-SPIRO» - 4 тыс.€, планируемая стоимость разрабатываемого респиратора 5-6 тыс. грн., а стоимость ранее упоминаемого «AirElit» - 10 15 тыс. €.

Отечественные средства защиты органов дыхания, которые по эксплуатационным параметрам не уступают импортным, разработанные в соответствии со всеми нормативными актами, способные защищать работающих в любой непригодной для дыхания среде, должны занять подобающее место на отечественном рынке.

Ключевые слова: *безопасность, охрана труда, нормативная база, разработка, средства защиты органов дыхания, индивидуальные, коллективные, респираторы, самоспасатели, пункты переключения, камеры-убежища, модули автономные передвижные, комплекс бокс-базы горноспасательной.*