

## ПРИМЕНЕНИЕ РЕГЕНЕРАТИВНЫХ РЕСПИРАТОРОВ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ПОЖАРНЫХ ПРИ ТУШЕНИИ РАЗВИВШИХСЯ ПОЖАРОВ

А.П. Кирьян, МЧС, Е.И. Конопелько, Р.С. Плетенецкий, НИИГД «Респиратор»

Современное респираторостроение использует два типа резервирования кислорода: сжатый и химически связанный. Респираторы на сжатом кислороде Р-30, Р-34, Р-12 – основной аппарат для длительной работы, находящийся на вооружении у газодымозащитников пожарной охраны, в горноспасательных частях, и т.д. Однако, сравнительные испытания показывают, что респираторы с химически связанным кислородом, имея массу меньше аппаратов со сжатым кислородом (при том же времени защитного действия) обеспечивают более комфортные условия дыхания за счет осушения регенерируемого воздуха, что приводит к снижению эквивалентной температуры вдыхаемого воздуха, и «сжигания» продуктов метаболизма в регенеративном патроне. Более низкая, чем в Р-30, эквивалентная температура вдыхаемого воздуха обуславливает, в отличие от Р-30, съем тепловой нагрузки с организма пользователя при работе в зоне повышенных температур. И если бы горноспасатели на шахте «Краснолиманская» имели на вооружении респираторы типа РХ-4, то такого несчастного случая, который произошел, удалось бы избежать. Важное преимущество респираторов с химически связанным кислородом – экономичность его расхода, вследствие чего время защитного действия респираторов этого типа при нахождении пользователя в состоянии покоя увеличивается до 24 ч и более.

Широкий спектр преимуществ обусловил интерес к респираторам с химически связанным кислородом. С увеличением температуры окружающего воздуха или нагрузки эти преимущества становятся подавляющими, что и явилось основанием для рекомендации применения респираторов с химически связанным кислородом в экстремальных условиях для ликвидации сложных затянувшихся аварий, длительных разведок, при работе в зоне повышенных температур. Первым из них был поставлен на оснащение РС, отличающийся малыми габаритами и массой (7,4 кг). Эти аппараты разрабатывались для вспомогательных горноспасательных команд, но вследствие простоты конструкции, отсутствия компрессорно-баллонного хозяйства нашли применение в специализированных пожарных частях на железной дороге и для ведения аварийных работ Киевтрансаза. Респираторы РХ-4П находятся на оснащении газодымозащитников пожарной охраны г. Киева с 2000 г. Они размещены в двух пожарных частях и предназначены для тушения сложных пожаров на

химических предприятиях, в метро и т.д. перед постановкой на оснащение они прошли серьезные эксплуатационные испытания: в них бегали, работали на тренажерах, сидели в сауне. И только после положительного заключения газодымозащитников они были поставлены на вооружение. Один раз в квартал происходят учения, в которых участвуют респираторы РХ-4П.

Респиратор работает следующим образом. Выдыхаемый человеком воздух, содержащий углекислый газ и пары влаги, через лицевую часть, коробку, шланг выдоха и дыхательный мешок выдоха поступает в регенеративный патрон, снаряженный кислородсодержащим продуктом, где происходит регенерация выдыхаемого воздуха, т.е. углекислый газ и влага поглощаются с одновременным выделением кислорода. Затем очищенный, нагретый и обогащенный кислородом воздух поступает в теплообменник, где он охлаждается и далее в дыхательный мешок вдоха. Из дыхательного мешка вдоха через воздухопровод, шланг вдоха, коробку и лицевую часть воздух поступает в органы дыхания человека. Для наполнения дыхательных мешков в момент включения в респиратор служит пусковое устройство: при нажатии на грушу пускового устройства вода поступает на пусковой брикет, расположенный в гнезде регенеративного патрона. Под воздействием воды брикет разлагается в результате экзотермической реакции с выделением кислорода, который через регенеративный патрон поступает в дыхательный мешок вдоха и непосредственно в мешок выдоха.

Аппарат, для расширения его тактических возможностей может комплектоваться регенеративными патронами, имеющими нормированное ВЗД 120 и 240 мин. Масса снаряженного респиратора с двухчасовым патроном – 11 кг, с четырехчасовым – 12 кг. Фактическое ВЗД респиратора составляет 150-180 мин и 240-270 мин соответственно.

Для повышения безопасности пользования аппаратом, а также максимального использования защитной способности регенеративного патрона респиратор снабжен новым индикатором отработки. Индикатор обеспечивает световую индикацию запуска регенеративного патрона включением зеленой лампочки, которая светится до отработки 50 % защитного ресурса регенеративного патрона, когда она гаснет и зажигается желтый светодиод. При отработке 75 % ресурса патрона желтый светодиод гаснет и загорается красный с одновременным включением звукового сигнала, информирующего о том, что оставшееся ВЗД составляет ~ 1 ч при работе с четырехчасовым патроном и 0,5 ч при работе с двухчасовым патрон. Для работы при температуре окружающей среды выше 35 °С на шланг вдоха, воздухопровод и коробку надевается теплозащитный чехол, который препятствует нагреванию вдыхаемого воздуха извне.

Одной из причин, на наш взгляд, сдерживающих широкое внедрение респираторов с химически связанным кислородом, является их высокие эксплуатационные расходы, связанные со сложностью запуска аппарата после перерывов в работе. Вследствие этого «Инструкцией по эксплуатации респиратора РХ-4П» разрешено делать при комнатной температуре два перерыва не более 30 мин в течение первой половины времени защитного действия. Если длительность перерыва больше или он сделан во второй половине времени защитного действия, регенеративный патрон должен быть заменен на новый вне зависимости от степени его отработки. Опыт эксплуатации показал, что это не экономично. Поэтому, одной из задач, которая решалась при усовершенствовании респиратора являлось увеличение длительности и количества перерывов в работе.

Ограничение длительности перерывов связано, в основном, с двумя параметрами. Дефицит кислорода, при перерывах свыше 30 мин наблюдается и зависит от степени отработки регенеративного патрона. С увеличением длительности перерыва дефицит кислорода при комнатных температурах включения увеличивается и достигает величины 12 дм<sup>3</sup>. Зависимость не меняет своего вида при снижении температуры, однако дефицит кислорода увеличивается и при 0 °С достигает значения 17 дм<sup>3</sup>. При этом, естественно, уменьшается и полезный объем дыхательного мешка. И если при начальном объемном содержании кислорода в мешке ~ 90 %, при перерывах до 8 часов объемное содержание кислорода  $\geq 20$  %, то объем дыхательного мешка через 5-7 мин становится меньше 1 дм<sup>3</sup>. Таким образом, наиболее критичным параметром является полезный объем дыхательного мешка. Поэтому в респираторе РХП, в отличие от респираторов РХ-4Е и РХ-4П в устройстве дополнительной подачи используется баллон со сжатым воздухом объемом 0,4 дм<sup>3</sup>, что дает возможность пятнадцатикратного заполнения дыхательных мешков. Кроме того, в респираторе РХП применено пусковое устройство, пусковой брикет которого вынесен из патрона, что позволило сделать его быстросъемным, т.е. дало возможность устанавливать его перед включением после перерыва, компенсируя таким образом, дефицит кислорода. Вынесение пускового брикета позволило также снизить температуру вдыхаемого воздуха и стабилизировать сопротивление дыханию.

При таком решении перерывы в 30 мин допустимы как в первой, так и во второй половине ВЗД вне зависимости от режима работы и отдыха; причем во второй половине ВЗД четырехчасового патрона допустимо сделать два перерыва (при общем их количестве пять) и один для двухчасового патрона (при общем количестве три). Последний может быть сделан при отработке 75 % ВЗД. Перерывы в 60 мин в первой половине ВЗД возможны вне зависимости от режима работы респиратора и температуры окружающей среды. Объем дыхательного мешка и объемное содержание кислорода позволяют человеку нормально дышать.

В первой половине ВЗД после первого перерыва в 90 мин респиратор «разрабатывается» всегда, возможность «разработки» после второго перерыва зависит от многих факторов.

Эти результаты получены без использования устройства дополнительной подачи. При его использовании возможны более длительные перерывы до 2-2,5 часов. Однако в «Руководстве по эксплуатации» для повышения безопасности регламентируется для респиратора с четырехчасовым патроном перерывы следующей продолжительности: 90, 60, 60, 30 и 30 мин; а для двухчасового – 90, 60 и 30 мин, при этом объемное содержание кислорода во вдыхаемом воздухе составит не менее 25 %, а объем мешка уменьшится менее чем на 1 дм<sup>3</sup>.

Второй задачей, которая была решена при разработке респиратора РХП – снижение допустимой температуры окружающей среды, при которой возможно включение в респиратор, так как во всех предшествующих респираторах она не ниже плюс 5 °С, что связано с тем, что в пусковом устройстве в качестве иницирующей жидкости используется вода. А поскольку не всегда имеется теплое помещение, где можно было бы включиться в респиратор, решение этой задачи также актуально. В самоспасателях в качестве иницирующей жидкости для возможности включения при отрицательной температуре используется раствор серной кислоты. При расположении пускового брикета в регенеративном патроне применение серной кислоты в респираторе невозможно, т.к. реакция протекает бурно и фрагменты пускового брикета попадают на лобовой слой продукта, что приводит к повышению сопротивления дыханию выше нормированного и уменьшению времени защитного действия. При размещении пускового брикета вне регенеративного патрона такая возможность есть. Однако существовала опасность, что с вынесением пускового брикета из патрона скажется недостаток экзотермического тепла, которое выделяется в результате разложения пускового брикета. Детальные исследования показали, что при минус 5 °С кинетика объемного содержания кислорода для двухчасового патрона непрерывно растет, а четырехчасового имеет минимум на четвертой минуте, который составляет около 50 %, что обеспечивает нормальные условия дыхания. Объем дыхательного мешка при этом уменьшается не более чем на 0,3 дм<sup>3</sup>. что позволяет сделать вывод, что включение в респиратор при температуре окружающей среды минус 5 °С не представляет сложностей. При температуре минус 10 °С респиратор с двухчасовым патроном «разрабатывается» также без проблем. А с четырехчасовым объемное содержание кислорода в мешке уже на четвертой минуте не позволяет дышать. Улучшение эксплуатационных параметров респиратора РХП, устранение в нем недостатков, свойственных респираторам с химически связанным кислородом, позволяет надеяться, что он найдет более широкое применение при тяжелой работе в зоне высоких температур, при тушении развитых пожаров в метро, на объектах химической промышленности и в нефтегазовом комплексе.