

Актуальные вопросы применения изолирующих промышленных самоспасателей. Часть 1. Самоспасатели на химически связанном кислороде

А.В. Немцев, директор (ООО «Транс Ойл Групп»), **Э.М. Вэстморлэнд**, директор (Элит Стратиджикал Юнион Лимитед)

Для объективного вывода о достоинствах и недостатках самоспасателей разных типов проанализированы практические и исследовательские материалы из собственного опыта и из открытых источников (в двух частях). В первой части сделаны предположительные выводы о причинах негативных проявлений при дыхании в самоспасателях на химически связанном кислороде.

For objective conclusion about the advantages and disadvantages of different types self-rescue devices, practical and research materials were analyzed based on own experience from the public sources (in two parts). The first part comprises the suppositional conclusions about the causes of negative manifestations when breathing in self-rescue breathing apparatus on fixed oxygen.

Ключевые слова: изолирующий самоспасатель, химически связанный кислород, безопасность труда, регенеративный продукт, асбест.

Самоспасатели на химически связанном кислороде (ХСК) наиболее распространены на постсоветском пространстве, а также широко применяются и в других странах мира. Модель ШСС (разных производителей) хорошо известна отечественным горнякам, так как используется еще с 60-х годов XX в. Все ее недостатки объективно и подробно описаны в статье кемеровских [1], а достоинства — в статье тамбовских [2] специалистов. Все материалы, которыми располагают авторы, в точности повторяют указанные в [1] выводы и доказывают многолетнее озвучивание горнорабочими серьезнейших проблем, связанных как с дискомфортом ношения, так и с дискомфортом, а зачастую и просто невозможностью дышать в аппарате. Авторы располагают большим объемом данных (акты, протоколы, письма работников предприятий и опросные листы пострадавших при аварии), подтверждающих эти проблемы. Но наиболее важными и точными считаем выводы, прописанные в Акте проверки изолирующих самоспасателей [3] еще в 2003 г., которые до сегодняшнего дня остаются полностью нереализованными. В частности, «Комиссия предлагает:

<...>

2. Откорректировать время защитного действия самоспасателя согласно проведенным испытаниям (50 мин вместо 60 мин).

<...>

6. Определить природу пылеобразующего продукта, попадающего при дыхании в горло, и исключить его попадание в дыхательные пути.

<...>

8. Произвести.... независимую экспертизу работоспособности и установления времени защитного действия самоспасателей, применяемых в угольной промышленности России».

В данной ситуации стоит особо отметить, что до реорганизации Госгортехнадзора России в 2004 г. подобные испытания с соответствующими выводами и последующими санкциями к производителям проводились практически ежегодно.

После вступления в силу Федерального закона Российской Федерации от 19 июля 2011 г. № 248-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в связи с реализацией положений Федерального закона «О техническом регулировании» Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору полностью сняла с себя функции контроля за работоспособностью и безопасностью применения шахтных самоспасателей. Аналогичные испытания и тестирования аппаратов в реальных условиях, под эгидой этой службы, не проводились с 2005 г. как минимум. Фактически горнорабочим осталось полагаться на качество аппаратов (которые справедливо названы в статье [1] «котом в мешке»), заявленное самим производителем и подтвержденное сертификатом соответствия ГОСТу [4] (либо новому техническому регламенту Таможенного союза 019/2011), который, согласно действующему законодательству, может быть получен один раз в пять лет с ежегодным инспекционным контролем. Стоит ли удивляться, что нарекания на качество и работоспособность (срабатывание и работу) аппаратов на ХСК стали появляться все чаще?

Тем не менее, как справедливо отмечают авторы статьи [2], «именно самоспасатели с ХСК применяются в разных странах мира при авариях на шахтах». В чем же подвох? При высочайшем уровне требований к безопасности горнорабочих во многих странах, включая ЮАР, США и др., при жесточайших санкциях к производителям аппаратов, вплоть до вывода их из эксплуатации при обнаружении даже единичных проблем (1 % от объема [5]), связанных с несрабатыванием пускового устройства (одна из достаточно распространенных проблем ШСС, выявленных даже при испытаниях, инициированных Госгортехнадзором России), неужели в мире допускаются к эксплуатации аппараты с аналогичными проблемами?

Ответ можно найти при изучении самого принципа работы аппарата и в научных материалах институтов-разработчиков самоспасателей на ХСК. Производители аппаратов признают, что в большей степени эксплуатационные свойства самоспасателей на ХСК зависят от качества продукта и в меньшей — от конструкции самого аппарата. Именно поэтому производители столько внимания уделяют качественным характеристикам регенеративного продукта. Не секрет, что все производители самоспасателей на постсоветском пространстве используют продукт ОКЧ-3 или ОКЧ-3М, выпускаемый на предприятии Усольехимпром (Иркутская обл.). На протяжении всего времени работы с самоспасателями, сталкиваясь с проблемами качества, мы вынуждены были обращать внимание на качество исходного продукта. В монографии [6] авторы прямо говорят о непосредственной зависимости характеристик самоспасателей от характеристик продукта. И по большому счету получается, что все претензии к качеству самоспасателей нужно относить не к производителям аппаратов, а к производителям регенеративного продукта. «В настоящее время в качестве источников кислорода и поглотителей CO_2 в ряде систем жизнеобеспечения используются только надпероксиды натрия и калия... Однако их использование в системах жизнеобеспечения для регенерации воздуха связано с рядом проблем. Во-первых, при реакции с парами воды и CO_2 ... снижается эффективность использования регенеративных продуктов на основе надпероксидов до 50–70 %. Кроме того, плавление гранул регенеративного продукта способствует спеканию... и росту сопротивления дыханию в дыхательных аппаратах. Невысокая эффективность использования химического продукта приводит к неоправданному увеличению массогабаритных характеристик дыхательных аппаратов».

Украинские производители и их наука конкретизируют: «Процесс хемосорбции протекает неоднозначно и зависит от многих условий: состояния калиевого продукта, соотношения объемов диоксида углерода и влаги в регенерируемом воздухе, скорости воздушных потоков, температуры и многих других факторов» [7]. То есть для понимания причин возникновения проблем, развернуто изложенных в статье кемеровских специалистов [1], необходимо обратить пристальное внимание на основной регенеративный продукт: «Кислородсодержащий продукт ОКЧ-3 представляет собой химическое вещество, состоящее из гранул неправильной формы с диаметром 2–7 мм, ярко-желтого цвета. Прочность на истирание деловой фракции 3,5–5,5 мм — не менее 90 %. Состав надперекисного продукта ОКЧ-3: надперекись калия (KO_2) — не менее 85 %; известь гашеная (CaO) — 11–15 %; асбест хризотилвый [$\text{Mg}_3(\text{Si}_2\text{O}_5)\cdot\text{OH}$] — 1,5–2,5 %» [7]. Эти же данные приведены и в монографии тамбовских специалистов [6].

Фракционный состав исследуемых регенеративных продуктов приведен в табл. 1, химический — в табл. 2.

Авторы не стали полагаться на официальные данные и провели собственный, независимый анализ продуктов О-3 (ОКЧ-3) и О-3М (ОКЧ-3М) в одном из ведущих научно-исследовательских институтов по безопасности в угольной промышленности КНР. В результате были получены следующие данные: содержание KO_2 (основной продукт) в О-3 — 72,4 %, в О-3М — 56,3 %; активного кислорода в О-3 — 24,5 %, в О-3М — 19 %. Содержание пыли в обоих продуктах не менее 2,22 % в сравнении с 0,8 % в таблетированном продукте.

Данные говорят о том, что даже заводской новый продукт, не эксплуатируемый в аппаратах, уже не отвечает требованиям, заявленным производителями аппаратов. На основе продукта О-3 выпускаются самоспасатели ШСС-1У, ШСС-1М, а на основе О-3М — самоспасатели ШСС-Т. Итоговое заключение (в переводе) звучит так: «В продуктах О-3 и О-3М содержание активного кислорода очень низкое. Активный кислород определяет массу кислорода, выделяемого из единицы продукта. <...> Содержание пыли в продуктах О-3 и О-3М слишком высокое. Содержание пыли отражает износостойкость продукта в самоспасателе. Если износостойкость не очень хорошая, то продукт легко превращается в порошок. Порошок вреден для горла и носитель чувствует себя очень плохо (першение, жжение, сухость). В целом KO_2 имеет очень высокую щелочность, он вреден для человеческого организма. Поэтому в самоспасателе должно быть как можно меньше порошка. В состав О-3 и О-3М также включен асбест, запрещенный к применению международными конвенциями как вещество, провоцирующее раковые заболевания.

По нашему мнению, при дыхании в самоспасателе на основе данного продукта могут возникать следующие проблемы:

1. Низкое содержание эффективного кислорода может привести к тому, что для одинакового времени использования необходимое количество данного продукта должно быть больше, тогда самоспасатель будет тяжелее, либо реальное время защитного действия (ВЗД) в уже существующем аппарате будет снижено.

2. Продукт имеет неправильную форму, частицы/гранулы имеют много углов, которые после трения и сотрясения легко превращаются в порошок, поэтому процентное содержание пыли у данного продукта очень высокое. Высокое процентное содержание пыли прямо влияет на срок использования самоспасателя. Слишком много

пыли может привести к тому, что носителю трудно дышать, даже невозможно терпеть, что приводит к выключению из аппарата.

3. Продукт представляет собой мелкие зерна, в ходе химической реакции они плавятся и легко слипаются, при этом сопротивление дыханию и температура на входе увеличиваются и осуществлять дыхание становится тяжелее».

Не правда ли, знакомые симптомы?

Отдельное беспокойство вызвала фраза о наличии в составе продукта вредного вещества, «запрещенного международными конвенциями». Наличие асбеста в продукте подтверждают и производители самоспасателей [6, 7] и результаты тестирования в международных лабораториях (рис. 1) [8].

Авторы сделали запрос в ФГБУ «Научно-исследовательский институт медицины труда» РАМН и получили подтверждение, что в ряде стран существуют жесткие законодательные запреты на применение любых продуктов, содержащих асбест. «Подверженность воздействию хризотилового асбеста создает повышенный риск асбестоза, рака легкого и мезотелиомы, степень которого подчиняется зависимости доза-эффект. Какого-либо порогового значения для канцерогенных рисков выявлено не было» [9]. В России же для выявления опасности рекомендуется проводить дополнительные испытания на содержание асбеста только непосредственно в дыхательной смеси. При этом было подтверждено, что волокна асбеста столь малы, что при возможности фильтрации пыли в дыхательную смесь избежать попадания в нее волокон асбеста (по их размеру) невозможно. Вопрос только в количестве — «дозе» асбеста, вдыхаемого человеком за время работы аппарата. И только зная «дозу», можно определить потенциальную опасность. По данным [9], относительно безопасная «доза» — это «интенсивность воздействия до уровней в целом ниже 0,5 волокон/мл». Данные проверки не предусмотрены ни ГОСТом, ни новым техническим регламентом Таможенного союза. Совместными усилиями специалистов ОАО «Корпорация «Росхимзащита» и производства Усольехимпром планируется постановка на производство нового типа продукта (РПС, ОКЧ-1), не включающего асбест. Но проблема фракционного состава, насколько известно, не решена. Производство нового продукта планируется также в виде зерен среднего размера, соответствующего ОКЧ-3 [6], что не устраняет существующие проблемы фильтрации частиц продукта (пыли) в дыхательные пути. В то же время передовыми производителями самоспасателей в мире, в частности компанией Dreager (лидер в области СИЗОД и средств безопасности), давно применяется таблетированный регенеративный продукт. Отличия между продуктами гранулированными и таблетированными наглядно видны (масштаб соблюден) из рис. 2.

Однако проблемы, связанные с продуктом (и как следствие — с самоспасателями) не исчерпываются только фракционным составом и наличием асбеста. Низкое содержание активного кислорода, упомянутое китайскими исследователями, определяет и время защитного действия аппарата. Так, хорошо известно, что аппараты ШСС-1У и ШСС-1М еще 10 лет назад имели только номинальное ВЗД «не менее 50 мин». В настоящее время в их инструкции внесена запись о ВЗД 60 мин «при движении со скоростью 4 км/час», при том, что ШСС-Т устанавливает ВЗД «не менее 60 мин при скорости 5,6 км/час». Но, насколько известно, все типы самоспасателей применяются на предприятиях как 60-минутные.

Более того, украинские специалисты утверждают в своих научных работах, что есть возможность безопасного применения продукта повторно, без изменения качественных характеристик самоспасателей, т.е. при изготовлении самоспасателей

производители допускают возможность использования продукта из просроченных аппаратов. Сам производитель продукта ОКЧ установил «гарантийный срок службы регенеративного продукта ОКЧ-3 на основании технических условий 6 лет» [7]. В указанной работе рассматриваются «возможности повторного использования регенеративного продукта из герметичных изолирующих самоспасателей с истекшим сроком службы (или забракованных по разным причинам). Это необходимо потому, что регенеративные продукты не производят на территории Украины, отсюда их высокая стоимость, сложности доставки» [7]. В качестве обоснования также приводятся следующие аргументы: «Внедрение в отечественную практику технологии утилизации шахтных самоспасателей, в частности повторного использования кислородсодержащего продукта, позволит несколько оздоровить непростую экологическую ситуацию в регионе и сэкономить значительные материальные ресурсы. Этот вопрос стал насущным в настоящее время из-за удорожания импортного продукта ОКЧ-3» [7].

Мы конечно сталкивались с мнением, что в угольной промышленности «не принимается» цена самоспасателя, превышающая стоимость 1 т угля, поэтому производители стремятся всячески снизить конечную цену аппаратов. Вот только готовы ли принять сами горняки этот факт? Ведь это косвенная цена спасения их жизни. И почему производители не заявляют об этом открыто, перекладывая ответственность за плохо работающие аппараты только на низкую обученность горняков дыханию в самоспасателях? Мы не утверждаем, что именно практика вторичного использования продукта оказывает критическое влияние на качественные характеристики аппаратов. Но разве не слышны последние годы нарекания на снижение качества «традиционных» самоспасателей и поиски альтернативы им даже среди самых консервативных специалистов по технике безопасности? Так или иначе, по данным таможенной статистики Российской Федерации за 2009 г., на Гайский завод «Озон» поставили 7 т продукта ОКЧ с Донецкого завода горноспасательной аппаратуры (где продукт не производится), задекларированного как 2009 г. выпуска. «Продукт из самоспасателей ШСС-1 с истекшим сроком службы и продукт, извлеченный из самоспасателей ШСС-1ПВ KS (эксплуатировавшихся в Чехии примерно 7 лет), проверяли по физико-механическим показателям... на соответствие требованиям к продукту ОКЧ-3. <...> Затем продуктом ОКЧ-3 из самоспасателей с истекшим сроком службы после тщательного перемешивания и отсеивания от избытка пыли были снаряжены экспериментальные патроны с противопопылевым фильтром, без пускового устройства и защитного футляра. Конструкция этих патронов максимально приближена к конструкции регенеративных патронов самоспасателей ШСС» [7]

В статье [7], кроме прочего, приведены данные по ВЗД различных проб продуктов (новых и бывших в эксплуатации) в патроне самоспасателей. Только одна из четырех проб (25 %) показала ВЗД 60 мин, остальные три (75 %) 55–58 мин (при норме «не менее 50 мин» в Украине, как было нами сказано выше). При том, что (по нашему опыту) для установления гарантированного ВЗД 60 мин требуется запас работы аппарата хотя бы 10 % номинального ВЗД. Таким образом, факт недостаточного ВЗД, даже для номинального 60-минутного, очевиден. Учитывая, что с увеличением нагрузки (скорость движения, сложная траектория, волнение, высокая температура) ВЗД самоспасателя на ХСК снижается в несколько раз (до 30 % номинального, согласно ГОСТ [4]), понятно, почему вместо ожидаемых 60 мин в реальных тяжелых условиях аппараты работают не более 16–17 мин.

Резюмируя вышеизложенное, можно констатировать факт, что авторы выполнили пожелания пп. 2, 6, 8 Акта проверки изолирующих самоспасателей от 2003 г. [3] и указали на возможные причины возникновения проблем дыхания в самоспасателях, отраженные в многочисленных примерах статьи [1]. Однако в целом мы полностью согласны с утверждением тамбовских специалистов, что «самоспасатели на ХСК получили столь широкое распространение во многом благодаря тому, что они... не требуют технического обслуживания в ходе эксплуатации, за исключением проверок на герметичность» [2] и игнорировать эти несомненные преимущества самоспасателей для подземных объектов было бы неверным.

Для полного и объективного понимания достоинств и недостатков аппаратов на ХСК необходима их сравнительная оценка с аппаратами другого типа. И следуя полемике, которая послужила толчком для написания данной статьи, — с аппаратами на сжатом кислороде. О последних, а также о комбинации различных средств самоспасения, о мероприятиях, которые необходимы для повышения безопасности и гарантированного спасения людей при возникновении непригодной для дыхания атмосферы в подземных условиях, пойдет речь во второй части статьи в следующем номере журнала.

Список литературы

1. *Огурецкий В.А., Егоров В.Н.* Размышления об использовании самоспасателей изолирующих с химически связанным кислородом на угольных шахтах// *Безопасность труда в промышленности.* — 2012. — № 4. — С. 54–60.
2. *Гудков С.В., Матвейкин В.Г., Шаповалов Г.Г.* Преимущества использования изолирующих самоспасателей с химически связанным кислородом в угольных шахтах// *Безопасность труда в промышленности.* — 2012. — № 11. — С. 40–44.
3. *Акт* проверки изолирующих самоспасателей ШСС-Т производства ФГУП ТамбовНИХИ, находящихся в эксплуатации на шахтах ОАО ОУК «Южкузбассуголь»/ А.Р. Сальников, В.М. Рычковский, М.И. Ларин и др. — Новокузнецк, 2003.
4. *ГОСТ Р 12.4.220—2001.* ССБТ. Средства индивидуальной защиты органов дыхания. Аппараты изолирующие автономные с химически связанным кислородом (самоспасатели). Общие технические требования. Методы испытаний. — М.: Госстандарт России, 2001.
5. *Heinz Ahlers.* Предпосылки и резюме CSE SR-100: Исследования. — USA. Rd. Atlanta, 2010.
6. *Регенеративные* продукты нового поколения: технология и аппаратное оформление/ Н.Ф. Гладышев, Т.В. Гладышева, С.И. Дворецкий и др. — М.: Изд-во Машиностроение-1, 2007.
7. *Ильинский Э.Г., Бурего Н.Н., Зборщик Л.А.* Повторное использование регенеративного продукта изолирующих самоспасателей // *Горноспасательное дело.* — 2010. — № 47. — С. 152–159.
8. *Asbestos Test Report.* — Ergosaf Environmental & Occupational Health Services, A Division of LexisNexis (Pty) Ltd, 2012.
9. *Национальные программы по ликвидации заболеваний, связанных с асбестом: обзор и оценка / Всемирная организация здравоохранения. Европейское региональное бюро.* — Бонн, 2011.

shadrina@trans-oil.ru

Таблица 1

ОКЧ-3		ОКЧ-3М		РПС	
Размер зерен, мм	Состав, %	Размер зерен, мм	Состав, %	Размер зерен, мм	Состав, %
5,5–6,5	2,9	>5,5	0,64	>5,5	2
3,5–5,5	62,9	3,5–5,5	8,06	3,5–5,5	78
1,0–3,5	33,8	2,0–3,5	90,10	2,0–3,5	17
≤1,0	0,5	1,0–2,0	1,14	1,0–2,0	3

Продукт	Химический состав продукта, % массовые						Прочность продукта, %
	KO ₂	KOH	K ₂ CO ₃	Асбест	CaO	Активный O ₂	
РПС	66,7	10,5	18,1	Нет	Нет	22,5	90,4
ОКЧ-3	83,1	0,2	1,6	2	13	27,4	95,3
ОКЧ-3М	83,1	0,2	1,5	2	13	27,4	95,4

Рис. 1. Волокна хризотилового асбеста в гранулах супероксида калия



Рис. 2. Фракционный состав регенеративных продуктов:
a — гранулированных; *б* — таблетированных

