

УДК 614.894.43

Д. А. ПЛОТНИКОВ

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

АНАЛИЗ ПРОБЛЕМЫ ОБРАЗОВАНИЯ ОТХОДОВ ШАХТНЫХ САМОСПАСАТЕЛЕЙ НА ХИМИЧЕСКИ СВЯЗАННОМ КИСЛОРОДЕ В УСЛОВИЯХ ДНР

Аннотация. В статье рассматривается проблема образования на территории ДНР отходов шахтных самоспасателей на химически связанном кислороде, содержащем надпероксид калия. Скопление данных отходов (II-III класса опасности), являющихся высокоопасными и токсичными, для человека и окружающей среды представляет большую угрозу, т. к. процедура обращения с отходами шахтных самоспасателей законодательством не установлена. Проведен анализ и дана характеристика существующих способов утилизации регенеративного продукта, определены их достоинства и недостатки. Исследования доказали рациональность повторного использования (рециклинга) данного отхода в условиях ДНР.

Ключевые слова: шахтные самоспасатели, утилизация отходов, утилизация регенеративного продукта, надпероксид калия.

ФОРМУЛИРОВКА ПРОБЛЕМЫ

В угледобывающей отрасли Донбасского региона существует необходимость использования в больших количествах индивидуальных средств спасения, которые содержат регенеративные продукты. На данное время в условиях ДНР не предусмотрена необходимая процедура утилизации данных отходов. Таким образом, закономерно происходит неорганизованное скопление опасного для человека и окружающей среды продукта, содержащего надпероксид калия.

АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

Детальное изучение публикаций по вопросам утилизации отходов регенеративных продуктов на химически связанном кислороде показало, что на данный момент не существует оптимальных способов утилизации данного опасного и токсичного отхода. Также анализ работ показал отсутствие существующих методов рециклинга данного дорогостоящего продукта, представляющего высокую материальную ценность.

ЦЕЛИ

Цель данной работы проанализировать состояние вопроса по проблеме отходов шахтных самоспасателей, содержащих регенеративные продукты в условиях ДНР. Дать характеристику существующим методам утилизации данных опасных отходов.

ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ

Основной частью комплексной системы жизнеобеспечения в закрытых пространствах являются системы регенерации воздуха по кислороду и диоксиду углерода, которые можно разделить на две группы, принципиально отличающиеся друг от друга: регенерационные системы с применением сжатого кислорода и кислорода, полученного химическим путем. В качестве источников химически связанного кислорода, как правило, применяются надпероксиды калия или натрия, сформованные в виде гранул, таблеток или блоков из механических смесей порошков. Регенеративные продукты на

химически связанном кислороде (ХСК) широко применяются в качестве средств индивидуальной и коллективной защиты в непригодной для дыхания среде в различных областях: угледобыча, флот, авиация, космос, пожарные службы спасения, горноспасатели и др. [7]. Средства химической регенерации воздуха предназначены для восстановления его состава по кислороду и CO_2 в системах жизнеобеспечения замкнутого цикла.

Широкое направление использования регенеративного продукта – в качестве средства с химически связанным кислородом для шахтных самоспасателей (далее ШСС) таких как: «1PVM KS», «ШСС-1», «СИ-30» и др. (рис. 1). Они используются для защиты органов дыхания и зрения на определенный период времени в случае чрезвычайной ситуации, при эвакуации подземного персонала время работы составляет 30–60 мин или неподвижного ожидания помощи до 180 мин. Система самоспасения подземного персонала шахт в аварийных ситуациях представляет собой совокупность технических средств и организационных мероприятий, направленных на обеспечение безопасных условий при выходе подземного персонала из выработок с непригодной для дыхания средой, или пребывание в них до восстановления нормального режима проветривания [3].



Рисунок 1 – Самоспасатель изолирующий ШСС – 1П.

Принцип работы: при вскрытии срабатывает пусковое устройство, в результате чего выделяется кислород, тепло и влага. Кислород заполняет дыхательный мешок, что позволяет пользователю начать дышать в первые секунды после включения до начала реакции в регенеративном патроне. Тепло и влага из пускового устройства, а также из выдыхаемой пользователем воздушной смеси запускают реакцию в регенеративном патроне. Выдыхаемая газовая дыхательная смесь (далее – ГДС) проходит через тепловлагообменник и гофрированную трубку в регенеративный патрон. В патроне вдыхаемая ГДС очищается от углекислого газа, обогащается кислородом и поступает в дыхательный мешок (при вдохе идет обратный процесс). Избыточная ГДС удаляется через избыточный клапан.

Самоспасатели на ХСК получили широкое распространение не только в странах СНГ, их также используют в таких странах как США, Германия, ЮАР, Перу и др. [6]. В Донецкой области ШСС производится одним предприятием ООО «Интеркод» (Донецкий завод горноспасательной аппаратуры) и в качестве вещества, регенерирующего кислород, в основном применяется кислородсодержащие продукты на основе надпероксида калия (KO_2), поскольку он обладает способностью удалять из воздуха CO_2 и пары воды и одновременно генерировать большое количество кислорода [1]. Состав кислородсодержащего продукта ОКЧ-3: надперекись калия (KO_2) – не менее 85 %; известь (CaO) – 11...15 %; асбест хризотилловый [$\text{Mg}_3(\text{Si}_2\text{O}_5) \cdot \text{OH}$] – 1,5...2,5 % [1].

Гарантийный срок службы ШСС составляет 5 лет, по истечении которого его необходимо утилизировать либо обезвредить. По данным Государственного научно-исследовательского института горноспасательного дела, пожарной безопасности и гражданской защиты НИИГД «Респиратор» в ДНР существует потребность в утилизации порядка 10 тонн ШСС ежегодно. Но, несмотря на необходимость утилизации такого количества кислородсодержащего продукта (ОКЧ-3 рис. 2), вопросы утилизации отходов ШСС остаются открытыми. Исследования по оптимальному способу утилизации



Рисунок 2 – Регенеративный продукт ОКЧ-3.

или обезвреживания не проводились, к тому же отработанные самоспасатели и регенеративный продукт, несмотря на многолетнюю практику их применения, внесены в Федеральный классификационный каталог отходов (ФККО) в качестве отдельных видов отходов только в 2016 г. [2].

В федеральном законе № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления» указано, что «Самоспасатели изолирующие с химически связанным кислородом... имеют II-III класс опасности и подлежат утилизации либо обезвреживанию в **специализированной организации, имеющей лицензии** на сбор, транспортирование...». Также в законе существуют следующие понятия [2]:

- *утилизация отходов* – использование отходов для производства товаров (продукции), выполнения работ, оказания услуг, включая повторное применение отходов, в том числе повторное применение отходов по прямому назначению (рециклинг), их возврат в производственный цикл после соответствующей подготовки (регенерация), а также извлечение полезных компонентов для их повторного применения (рекуперация);

– *обезвреживание отходов* – уменьшение массы отходов, изменение их состава, физических и химических свойств (включая сжигание и (или) обеззараживание на специализированных установках) в целях снижения негативного воздействия отходов на здоровье человека и окружающую среду [2].

Производители ШСС регламентируют необходимость утилизации отработавших свой срок и использованных ШСС в инструкциях по эксплуатации. Рекомендации заключаются в необходимости передавать их в специализированные организации, имеющие лицензию и аккредитацию завода-изготовителя (в ДНР на 2019 г. такие организации отсутствуют). Никаких конкретных способов утилизации либо обезвреживания регенеративного продукта, который является высокоопасным веществом, не дается. На сегодняшний день основным способом утилизации ШСС является разборка на составные части (обработка отхода) с последующей утилизацией или обезвреживанием вторичных отходов (регенеративного продукта, металлических, резиновых, пластиковых и тканевых частей). Анализ литературных источников по вопросам утилизации самоспасателей позволил выделить основные способы, выявить их проблемы и недостатки, которые отображены в табл. 1 [5].

Таблица 1 – Характеристика основных способов утилизации самоспасателей

Наименование способа утилизации самоспасателей	<i>Сжигание</i>	<i>Гашение водой (с последующим сливом в специальную канализацию)</i>	<i>Нейтрализация (путем добавления слабого раствора соляной, серной или азотной кислоты)</i>	<i>Повторное использование (за счет извлечения регенеративного продукта из использованного самоспасателя с последующим применением в новом аппарате)</i>
Годы применения	применялся в 60–70х гг.	применяется с 80 гг. – н. в.	применяется с 90 гг. – н. в.	применяется с 90 гг. – н. в.
Основные недостатки способа	значительный вред окружающей среде	в результате реакции с водой образуется опасная щелочь	опасность реакции кислотной утилизации. Высокая стоимость	для повторного использования пригодно 10 % от всего объема, остальные 90 % продукта с высоким содержанием гидроксида калия сливается в канализацию после нейтрализации

Любые действия с регенеративным продуктом представляют большую опасность вследствие его высокой реакционной способности и токсичности для человека и окружающей среды (способен к самовоспламенению, впитывает воду из воздуха и превращается в высококонцентрированную калийную щелочь, содержит большое количество остаточного кислорода и CO_2 , которые выделяются

при взаимодействии с воздухом или при растворении). Поэтому на сегодняшний день наиболее распространены следующие схемы действия:

– *повторное использование (утилизация)* регенеративного продукта, если установлено, что средство защиты не подвергалось использованию и находится в неповрежденной герметичной заводской упаковке [4];

– *обезвреживание* регенеративного продукта путем гашения его в растворе кислоты. Регенеративный продукт аккуратно засыпают в емкость, наполненную слабым водным раствором кислоты, контролируя уровень pH. По достижении уровня pH 6,5...8,5 сливают в промышленную канализацию, которая выходит на очистные сооружения кислых стоков. Проводить обезвреживание можно соляной, уксусной, серной и азотной кислотами.

Многолетний опыт ООО «Сибирский центр утилизации» показывает, что для повторного использования годится, как правило, 10 % от всего объема, остальное необходимо обезвреживать [4]. Поскольку в воде регенеративный продукт растворяется с выделением гидроксида калия, высокие концентрации его требуют большого количества кислоты для нейтрализации, чтобы иметь возможность сливать на локальные очистные сооружения кислой канализации нейтрализованный раствор. При этом в канализацию сливаются тонны ценного продукта с высоким содержанием калия.

Надпероксид калия является ценным продуктом и имеет широкий спектр применения в таких областях, как: промышленность, городское и сельское хозяйство и др. Некоторые области и перспективные направления применения препаратов на основе надпероксида калия приведены в табл. 2.

Таблица 2 – Перспективные направления применения препаратов на основе надпероксида калия

Вещество	Область применения	Направления применения
надпероксид калия KO_2	Промышленность	1. Композиции герметических составов.
		2. Отбелка целлюлозоэосодержащих материалов
		3. Источник кислорода в металлургии
		4. Щелочной агент при обесцвечивании
	Сельское хозяйство	1. Ускорение процесса перегнивания.
		2. Аэрация (оксидация) почвы.
		3. Улучшение прорастания корней.
		4. Ускорение адаптации пересаженных растений.
	Решение военноприкладных задач	1. Детоксикация и утилизация токсичных химикатов.
		2. Ремедиация загрязненных территорий.
	Охрана окружающей среды	1. Фунгицид для почв (токсинов).
		2. Регулятор pH почвы.
		3. Аэрация почвы и воды.
		4. Очистка водоемов от ионов металлов.
		5. Дезодорирующий агент
	Бытовые нужды	1. Фармацевтические препараты и косметика.
2. Реагент для очистки воды.		
3. Дезинфицирующее и фунгицидное действие.		
4. Устранение запахов фекальных отходов.		

Основные факторы, составляющие ценность регенеративного продукта ОКЧ-3 (надпероксида калия):

- высокая трудоемкость при производстве продукта;
- повышенная опасность и вредность при производстве продукта;
- высокая стоимость продукта;
- сложность и дороговизна поставки регенеративного продукта в ДНР;
- опасность для окружающей среды, необходимость в обязательной и дорогостоящей утилизации отработанного продукта.

ВЫВОДЫ

1. Самоспасатели на химически связанном кислороде широко распространены в мире и применяются в различных областях, связанных с безопасностью жизнедеятельности.

2. В ДНР ежегодно собирается большое количество отходов самоспасателей представляющих одновременно как высокую опасность (II-III класс опасности), так и материальную ценность не обработанного регенеративного продукта.

3. Проведенный анализ позволил сделать вывод о целесообразности утилизации регенеративного продукта без нейтрализации с получением гидроокиси калия, который может быть использован как сырье для получения различных востребованных промышленных продуктов (в городском хозяйстве, сельскохозяйственном производстве). Таким образом добиться рециклинга отхода калийного раствора, именно в этом направлении необходимо проводить дальнейшие исследования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Повторное использование регенеративного продукта изолирующих самоспасателей [Текст] / Э. Г. Ильинский, Н. Н. Бурего, Л. А. Зборщик // Горноспасательное дело. – 2010. – № 47. – С. 152–159.
2. Об отходах производства и потребления [Электронный ресурс] : Федеральный закон № 89-ФЗ от 24 июня 1998 г. – Режим доступа : <https://legalacts.ru/doc/FZ-ob-othodah-proizvodstva-i-potrebleniya/>.
3. Гудков, С. В. Средства защиты органов дыхания подземного персонала угольных шахт – современное состояние и перспективы развития с учетом мирового опыта [Текст] / С. В. Гудков, А. В. Милосердов // Системы и технологии жизнеобеспечения, индикации, химической разведки и защиты человека от негативного воздействия факторов химической природы : материалы Международной научно-практ. конф. (9 октября 2013 г., Тамбов). – Тамбов : Издательство ФГБОУ ВПО «ТГТУ». – 2013. – С. 118–119.
4. Зеленцова, В. В. Утилизация регенеративного калийсодержащего продукта шахтных самоспасателей [Текст] / В. В. Зеленцова, О. А. Неверова // Актуальные вопросы современной науки : сборник статей по материалам VIII международной научно-практической конференции (16 декабря 2017 г., Томск) ; в 4-х частях. – Том 1, Ч. 1. – Томск : ООО Дендра. – 2017. – С. 13–18.
5. Nemtsev, A. V. Actual issues on using of insulating industrial self-rescuers. Self-rescuers on chemically bound oxygen [Text] / A. V. Nemtsev, E. M. Westmoreland // Labor Safety in Industry. – 2013. – No. 2(2013). – P. 62–66.
6. Asbestos Test Report – Ergosaf Environmental & Occupational Health Services, A Division of LexisNexis (Pty) Ltd [Text] : An assessment on asbestos contamination of soil, surface and ground water as well as airborne concentrations of asbestos fibres at the asbestos waste dump of eskom komati power station / O. Bamford, T. Hopkins, M. van Zyl. E–[N. c.], 2017. – 211 p. – PROJECT NO: 12347AC.
7. Sandström, A. Improving self-rescue equipment [Electronic resource] / Anders Sandström. – Umea Institute of Design. – 2015. – March 15. – Access mode : <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:850140/FULLTEXT01.pdf>.

Получено 06.10.2019

Д. О. ПЛОТНИКОВ АНАЛІЗ ПРОБЛЕМИ УТВОРЕННЯ ВІДХОДІВ ШАХТНИХ САМОРЯТІВНИКІВ НА ХІМІЧНО ПОВ'ЯЗАНОМУ КИСНІ В УМОВАХ ДНР ДОУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури»

Анотація. У статті розглядається проблема утворення на території ДНР відходів шахтних саморятівників на хімічно пов'язаному кисні, що містить надпероксид калію. Скупчення даних відходів (II-III класу небезпеки), що є високонебезпечним і токсичним, для людини і навколишнього середовища становить велику загрозу, оскільки процедура поводження з відходами шахтних саморятівників на законодавчому рівні не встановлена. Проведено аналіз і дана характеристика існуючих способів утилізації регенеративного продукту, визначено їх переваги та недоліки. Дослідження довели раціональність повторного використання (рециклінгу) даного відходу в умовах ДНР.

Ключові слова: шахтні саморятівники, утилізація відходів, утилізація регенеративного продукту, надпероксид калію.

DENYS PLOTNIKOV ANALYSIS OF THE PROBLEM OF WASTE FORMATION OF MINE SELF- RESCUERS ON CHEMICALLY BOUND OXYGEN IN THE CONDITIONS OF THE DPR

Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

Abstract. The article considers the problem of the formation of chemically bound oxygen mine self-rescuers in the territory of the DPR containing potassium superoxide. The accumulation of these wastes (hazard

class II-III) that are highly hazardous and toxic to humans and the environment poses a great threat since The procedure for handling waste from mine self-rescuers has not been established by law. The analysis is carried out and the characteristic of the existing methods of utilization of the regenerative product is given, their advantages and disadvantages are determined. Studies have proved the rationality of the reuse (recycling) of this waste in the conditions of the DPR.

Key words: mine self-rescuers, waste disposal, recovery of recoverable product, potassium superoxide.

Плотников Денис Александрович – ассистент кафедры техносферной безопасности ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: ресурсосберегающие технологии; повторное использование отходов самоспасателей на химически связанном кислороде.

Плотніков Денис Олександрович – асистент кафедри техносферної безпеки ДОУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: ресурсозберігаючі технології; повторне використання відходів саморятівників на хімічно пов'язаному кисні.

Plotnikov Denys – Assistant, Technosphere Safety Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: resource-saving technologies; reuse of chemically bound oxygen self-rescuers.