

УДК 66.017

DOI: 10.15372/KhUR20180111

Разработка инновационных многослойных материалов для газонепроницаемых костюмов*

Л. А. ТАРАСОВ, А. А. СУХОВА, Е. А. ШТУКИНА, Е. Г. ПЕРЦЕВА

АО “КазХимНИИ”,
Казань, Россия

E-mail: alexandra_suhova@mail.ru

(Поступила 15.08.17)

Аннотация

Показана важная роль средств индивидуальной защиты кожных покровов (СИЗК) при работе с опасными веществами и при ликвидации аварийной ситуации на предприятиях промышленности и на транспорте. Ранее в стране и за рубежом для изготовления СИЗК изолирующего типа использовались двух- и трехслойные материалы. В настоящее время ведущие зарубежные производители аварийных СИЗК высшего уровня защиты разработали новые четырех- и пятислойные материалы. Их продукция присутствует на российском рынке СИЗК, но отличается высокой стоимостью. В АО “КазХимНИИ” впервые в стране разработан инновационный многослойный изолирующий материал ЛТЛ-1-2 и его аналоги на основе эластомеров. Универсальность защитных свойств обусловлена выбором эластомеров с различными характеристиками, специально разработанными рецептограмами и способом получения композиционных материалов. Новые изолирующие материалы по защитным свойствам не уступают лучшим зарубежным аналогам высшего уровня защиты. Разработанные инновационные многослойные материалы предназначены для изготовления многофункциональных изолирующих костюмов для персонала промышленных предприятий, объектов Госкорпорации “Роскосмос”, аварийно-спасательных формирований.

Ключевые слова: изолирующие материалы, эксплуатационные и защитные свойства, многофункциональные изолирующие костюмы

ВВЕДЕНИЕ

Проблема химической безопасности в России весьма актуальна. При оперативном реагировании на аварии на предприятиях или на транспорте важно предотвратить распространение опасных, вредных химических веществ, так как они могут нанести серьезный урон здоровью персонала, населения, собственности и окружающей среде. В связи с этим велико значение средств индивидуальной защиты (СИЗ), в том числе средств индивидуаль-

ной защиты кожных покровов (СИЗК), как наиболее экономически доступной и одновременно достаточно эффективной меры сохранения здоровья работников.

Персоналу аварийно-спасательных формирований, работникам на предприятиях необходимы надежные средства индивидуальной защиты органов дыхания и кожных покровов. При этом должен соблюдаться основополагающий принцип – уровень защиты должен соответствовать степени опасности. Этот тезис весьма важен, так как на практике имеют место факты, когда обеспечение работников СИЗ осуществляется преимущественно по принципу минимальных затрат для работодателя. При этом защита часто не адекватна прогнозной опасности объекта, так как факт-

*Материалы Всероссийской научно-практической конференции “Инновационные пути развития систем жизнеобеспечения в условиях современных вызовов и угроз”, 10 ноября 2016 г., Казань, Республика Татарстан.

тический уровень, используемый СИЗК, не в полной мере отвечает предъявляемым требованиям.

Основу любого СИЗК составляет защитный материал. Для изготовления СИЗК изолирующего типа широко используются материалы, полученные нанесением резиновых полимерных покрытий на ткань-основу. Раньше в России и за рубежом изготавливались в основном двух- и трехслойные материалы: покрытия наносились на ткань-основу с одной или двух сторон. Как правило, применялись полимерные композиции на основе бутилкаучука (БК) или его смеси с тройным этиленпропиленовым каучуком (СКЭПТ). Широкая востребованность БК связана с его очень низкой газопроницаемостью, что очень важно для материалов, используемых для СИЗК. В то же время традиционные защитные материалы на основе БК не обеспечивают универсальность защитных свойств (не стойки к воздействию открытого пламени, радиации, сильно набухают при воздействии алифатических углеводородов, минеральных масел).

На основе имеющейся информации нами сделан вывод, что в настоящее время ведущие зарубежные фирмы по производству СИЗК изолирующего типа (Drager, MSA AUER, Trelleborg и др.) [1–3] для изготовления костюмов высшего уровня защиты используют новые многослойные материалы (4–5 слоев). Они представлены на российском рынке СИЗК, однако стоят очень дорого.

РАЗРАБОТКА ИННОВАЦИОННОГО МНОГОСЛОЙНОГО МАТЕРИАЛА ЛТЛ-1-2 И ЕГО МОДИФИКАЦИЙ

В АО “КазХимНИИ” впервые в стране разработан и доведен до серийного выпуска инновационный материал ЛТЛ-1-2. Новизна технического решения подтверждается получением патента на изобретение на способ получения многослойного изолирующего материала с широким спектром защитных свойств [4]. Структура многослойного материала ЛТЛ-1-2 представлена на рис. 1.

Резиновые покрытия первых двух слоев отличаются по составу, но имеют одинаковую основу – смесь хлорсульфирированного полиэтилена (ХСПЭ) и полихлорпропена (ПХП) [5].

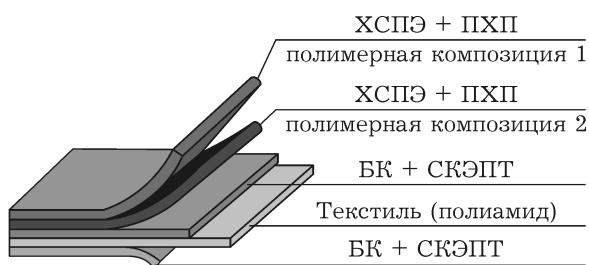


Рис. 1. Структура многослойного материала ЛТЛ-1-2.

Защитный изолирующий материал ЛТЛ-1-2 получали путем последовательного нанесения покрытий на основе резиновых смесей ХСПЭ + ПХП (рецептура 1) и ХСПЭ + ПХП (рецептура 2) через раствор на лицевую сторону облегченного ($250\text{--}300\text{ г/м}^2$) изолирующего материала с односторонним или двухсторонним покрытием на основе БК, БК со СКЭПТ на kleepromazochной машине типа “шпрединг”. Адгезия нанесенного покрытия к бутиловому слою (стойкость к истиранию более 1000 циклов) обеспечивается рецептурой 1 [4, 10]. Наличие чешуйчатого барьера пигмента в рецептуре 2 придает композиционному материалу ряд ценных свойств – повышение химстойкости, стойкости к открытому пламени и тепловым потокам.

Многослойный инновационный материал ЛТЛ-1-2 обеспечивает высокий уровень защиты от воздействия основных групп вредных органических и неорганических веществ: газов хлора, амиака, хлороводорода, сернистого ангидрида, жидких агрессивных веществ (40 % раствор гидроксида натрия, 96 % серная кислота, фтористоводородная кислота и др.), окислительных соединений (тетраоксид азота), токсичных веществ (гидразин, гептил и др., относящиеся к I–II классам опасности). При этом следует отметить высокую химическую стойкость нового материала. Материал ЛТЛ-1-2 не горит и не тлеет при воздействии открытого пламени (с лицевой стороны) в течение 10 с и больше. Установлено, что огнестойкость материала увеличивается примерно в два раза при его хранении (3–4 мес.).

Материал ЛТЛ-1-2 рассматривается как базовый, на его основе возможно получение различных модификаций. Например, востребованного защитного материала с антистати-

ческими свойствами. Материал, из которого изготавливаются аварийные костюмы как отечественного, так и зарубежного производства, не обладает такими свойствами, поэтому при использовании в пожаро- и взрывоопасной зоне их нужно периодически обливать водой. В этой связи нами поставлена цель разработать материал с высокими антистатическими свойствами.

Используя разработанный способ получения универсальных многослойных материалов и новые ингредиенты (наполнители) в рецептурах 1 и 2 мы получили новый инновационный материал ЗИМ-А-1-2, который имеет хорошие антистатические свойства и высокий уровень защиты от открытого пламени (горизонтальное расположение горелки, вертикально-ориентированные пробы (ГОСТ Р. 124.200-99)).

Работа по модификации материала ЛТЛ-1-2 продолжается. На его базе разработан также шестислойный материал ЛТЛ-3, который наряду с чешуйчатым барьерным пигментом содержит пленочный слой из эластопласта. Это существенно повысило огнестойкость многослойного материала.

СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РАЗРАБОТАННЫХ ИННОВАЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ И ИХ ЗАРУБЕЖНЫХ АНАЛОГОВ

В табл. 1 приведены общие технические характеристики инновационных многослойных материалов ЛТЛ-1-2, ЗИМ-А-1-2, ЛТЛ-3 и лучших зарубежных многослойных материалов Himex, D-mex, Vautex Elite.

В табл. 2 приведены сравнительные данные по защитным свойствам инновационных многослойных материалов ЛТЛ-1-2, ЗИМ-А-1-2, ЛТЛ-3 и лучших зарубежных многослойных материалов Himex, D-mex, Vautex Elite.

На основе данных табл. 1 и 2 можно заключить, что материалы ЛТЛ-1-2 и ЛТЛ-3 не только не уступают по защитным свойствам зарубежным материалам, но и превосходят их по ряду показателей (меньшая поверхностная плотность, жесткость, большая стойкость к истиранию, химстойкость (при воздействии гептила), стойкость к открытому пламени). Материал ЗИМ-А-1-2 имеет лучшие антистатические свойства и наибольшую стойкость к открытому пламени.

ТАБЛИЦА 1

Общие характеристики и огнезащитные свойства многослойных материалов

| Показатели | Материалы | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|
| | ЛТЛ-1-2 | ЗИМ-А-1-2 | ЛТЛ-3 | Himex | D-mex | Vautex Elite |
| Поверхностная плотность, г/м ² | 465 | 480 | 443 | 748 | 494 | 577 |
| Стойкость к истиранию, 1000 циклов | Сдиры верхнего слоя отсутствуют | | | Имеются сдиры верхнего слоя | | |
| Жесткость, Н | 0.08 | 0.05 | 0.035 | 0.32 | 0.10 | 0.11 |
| Стойкость к воздействию открытого пламени, с, не менее | 14 (25)* | 60 | 30 | 30 | 40 | 30 |
| | Остаточного горения и тления нет, точечные прогары поверхностного слоя | Остаточного горения нет, зона вздутия увеличена, прогар покровных слоев, обугливание | Остаточного горения нет, зона вздутия увеличена, прогар покровных слоев, обугливание | Остаточного горения нет, зона вздутия увеличена, прогар до третьего слоя | Остаточного горения нет, зона вздутия увеличена, прогар до третьего слоя | Остаточного горения нет, зона вздутия увеличена, прогар до третьего слоя |

*Результаты испытаний после 3–4 мес. хранения.

ТАБЛИЦА 2

Сравнительные характеристики многослойных материалов

| Показатели | Материалы | | | | | |
|---|------------------------|-----------------------------------|------------------------|----------------------------------|------------------------|----------------------------------|
| | ЛТЛ-1-2 | ЗИМ-А-1-2 | ЛТЛ-3 | Himex | D-mex | Vautex Elite |
| Время защитного действия по газообразным веществам, мин, не менее: | | | | | | |
| – хлор ((3010±60) мг/л) | | | | | | |
| – аммиак ((71±30) мг/л) | 600 | 600 | 600 | 540 | 540 | 540 |
| – хлористый водород ((1520±40) мг/л) | 600 | 600 | 600 | 540 | 540 | 540 |
| – сернистый ангидрид ((1450±40) мг/л) | 600 | 600 | 600 | 540 | 540 | 540 |
| Время защитного действия по жидким веществам, мин, не менее: | | | | | | |
| – щелочи (NaOH, 40 %); | 240 | 240 | 240 | 240 | 240 | 240 |
| – неорганические минеральные кислоты (H ₂ SO ₄ 96 %, HF 40 %); | 240 | 240 | 240 | 240 | 240 | 240 |
| – животные, растительные жиры, масла (СЖР-1), ГСМ (авто-транспортное масло), газовый конденсат, керосин, толуол | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 |
| Время защитного действия по КРТ (плотность заражения 1 л/м², по циклу 1 : 10 : 180), мин, не менее: | | | | | | |
| – агрессивные окисляющие соединения (N ₂ O ₄); | 180 (отслоений нет) | 180 (отслоений нет) | 180 (отслоений нет) | 180 (отслоение верхнего слоя) | 180 (отслоений нет) | 180 (отслоение верхнего слоя) |
| – гидразин и его производные (гептил) | 180 (отслоений нет) | 180 (отслоений нет) | 180 (отслоений нет) | 180 (отслоений нет) | 180 (отслоений нет) | 180 (отслоений нет) |
| Удельное поверхностное электрическое сопротивление*, Ом | $1.1 \cdot 10^{14}$ | $1.0 \cdot 10^6 - 3.0 \cdot 10^8$ | $1.2 \cdot 10^{14}$ | $5.3 \cdot 10^{14}$ | $8.1 \cdot 10^{13}$ | $5.4 \cdot 10^{14}$ |

* Данные для лицевой стороны.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИННОВАЦИОННОГО МАТЕРИАЛА ЛТЛ-1-2 ДЛЯ НУЖД ГК “РОСКОСМОС” И РОСГВАРДИИ

На основе материала ЛТЛ-1-2 для объектов Госкорпорации “Роскосмос” разработаны многофункциональные газонепроницаемые костюмы высшего уровня защиты: 1) костюм изолирующий химический скафандрового типа КИХ-4ТН (тип 1а) (рис. 2, а); 2) костюм изолирующий химический открытого, облегающего типа КИХ-4ЛН (тип 1б) (см. рис. 2, б); 3) костюм защитный вентилируемый КЗВ-1 (тип 1в) (см. рис. 2, в); 4) костюм для защи-

ты от жидких химических реагентов КИЗ-2 (тип 3) (см. рис. 2, г). Эти костюмы уже известны на рынке СИЗ, как в Российской Федерации, так и в странах СНГ. Также разработан новый вариант защитного вентилируемого костюма КЗВ-2, который удовлетворяет требованиям заказчика (обеспечивает защиту от концентрированной фтористоводородной кислоты, органических соединений). Новым материалом заинтересовались и в Госкорпорации “Росатом”, для ФГУП ФНЦП “ПО “Старт” им. М. В. Проценко” изготовлены чехлы для манипуляторов.



Рис. 2. Газонепроницаемые костюмы КИХ-4ТН (а), КИХ-4ЛН (б), КЗВ-1 (в), защитный костюм КИЗ-2 (г) и специальный костюм СЗК (д).

Помимо изолирующих костюмов на основе инновационного материала ЛТЛ-1-2, предназначенный для персонала промышленных предприятий, объектов Госкорпорации “Роскосмос”, аварийно-спасательных формирований, в АО “КазХимНИИ” разработан специальный защитный костюм (СЗК) для личного состава Росгвардии РФ. В техническом задании на СЗК, кроме показателей, которые представлены в табл. 1 и 2 (требования к уровню УПЭС отсутствуют), заложены требования к ряду защитных свойств: 1) от огнесмесей (не менее 10 с поверх летнего обмундирования, 20 с – поверх зимнего обмундирования); 2) от воздействия теплового потока плотностью 25 ккал/см² (не менее 20 с – поверх летнего обмундирования, 25 с – поверх зимнего обмундирования).

На рис. 2, δ представлен технический облик костюма СЗК: комбинезон с капюшоном, который сочетается с противогазом ПМК-С, брючины с притачными осоюзками. Он призван заменить костюм Л-1, который нашел широкое применение благодаря низкой стоимости, но уже не удовлетворяет современным требованиям к защитным костюмам такого типа.

Результаты испытаний показали, что пятислойный материал ЛТЛ-1-2 удовлетворяет все требования, предъявляемые к костюму СЗК.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

С учетом проведенных нами исследований сделан вывод о том, что на основе инновационных многослойных материалов, в частности материала ЛТЛ-1-2, можно изготавливать защитные многофункциональные костюмы различной цветовой гаммы в интересах потребителей СИЗК. Новые многослойные отечественные материалы и изолирующие костюмы на их основе позволяют решить актуальный вопрос импортозамещения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Газонепроницаемые костюмы фирмы Drager. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.draeger.com/ru_ru/Applications/Productselector/Personal-Protection-Equipment/Protective-Clothing/Gas-Tight-Suits (дата обращения 07.02.2018)
- 2 Костюмы химической защиты фирмы MSA AUER. Разумная альтернатива против агрессивных опасных веществ. [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: <http://s7d9.scene7.com/is/content/minesafety-appliances/Chemical%20Protective%20Clothing%20-Range%20Bulletin%20-%20RU> (дата обращения 07.02.2018)
- 3 Костюмы для химической защиты. [Электронный ресурс] Режим доступа: URL: http://protective.ansell.com/Global/Protective-Products/Trellchem/Manuals/EVO_VPS_TS_TLmanual_-RU_1011-2_LOW.pdf (дата обращения 07.02.2018)
- 4 Пат. 2521053 РФ, 2012.
- 5 Тарасов Л. А., Сухова А. А., Штукина Е. А., Садыкова Л. Ш., Хакимуллин Ю. Н. // Химическая и биологическая безопасность. 2012. № 1–2. С. 76–79.