
IMPROVEMENT OF PERSONAL PROTECTIVE EQUIPMENT OF AN EMERGENCY RESPONSE GROUP

Vladimir R. Safarov

Master`s Degree, 2nd-year student of Saratov State Vavilov Agrarian University
SafarovVR@mail.ru

Article info

Article history:

Received 25 March 2018

Revised 5 April 2018

Accepted 12 June 2018

Available online 5 July
2018

Keywords:

personal protective
equipment,
emergency
responsive group,
integrated material,
fire-resistance

A b s t r a c t

This article considers different types of fabric and their characteristics in relation to protection of an emergency response group.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СРЕДСТВ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ СПАСАТЕЛЕЙ ПРИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

Сафаров Владимир Рафаэлевич

Магистрант, 2 курс.

Саратовский государственный аграрный университет имени Н. И. Вавилова

SafarovVR@mail.ru

АННОТАЦИЯ

В данной статье рассматриваются различные виды тканей и их свойства в отношении защиты спасателей при чрезвычайных ситуациях.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: индивидуальная защита спасателей, комплексные материалы, огнестойкость

Введение

В настоящее время в России остро стоит вопрос создания рациональной спецодежды для спасателей, обладающей комплексом защитных свойств от высокой температуры и теплового излучения. В настоящее время отечественная текстильная промышленность выпускает х/б, шерстяные и смесовые ткани с огнезащитными свойствами, которые обеспечиваются на стадии отделки следующими способами:

1) Нанесением на ткань веществ (антипиренов), которые при температуре горения разлагаются с выделением негорючих газов;

2) Образованием на ткани малогорючей пленки, защищающей волокно при горении от контакта с воздухом;

3) Химической модификации функциональных групп волокна для повышения устойчивости макромолекулярных цепей к термическому расщеплению.

Принципиально новым подходом к созданию тканей с огнезащитными свойствами является использование химических огнестойких волокон и нитей в сочетании с огнезащитной отделкой.

Для предотвращения преждевременного износа спецодежды и защиты спасателя от агрессивных воздействий необходимо использовать огнестойкие материалы с гладкой поверхностью, то есть низким

коэффициентом тангенциального сопротивления.

Анализ литературных данных отечественных и зарубежных достижений в области создания текстильных материалов, обладающих пониженной горючестью и низким коэффициентом тангенциального сопротивления, показал интересным применение для этих целей базальтовых волокон. Базальтовое волокно получают из природного материала – базальта [2]. Оно обладает высокой огнестойкостью и выдерживает без изменения свойств 600-7000С, низким коэффициентом теплопроводности 0,03-0,035 ккал/м²ч*0С, низкий коэффициент тангенциального сопротивления 0,25-0,32, низкая загрязняемость за счет высокой инертности к маслам, жирам и другим веществам. Базальтовое волокно имеет промышленный выпуск в Судогде и Белицке [4]. Недостатком волокна является низкая гигроскопичность, а также плохое закрепление волокон в структуре материала, из-за очень низкого коэффициента трения и сцепления волокон, и легкой раздвигаемости нитей в структуре материала.

Целью исследования данной научной работы является разработка технологии комплексного материала на основе базальтовой ткани с использованием различных текстильных материалов.

Материалы и методы

В целях совершенствования средств индивидуальной защиты спасателей при

чрезвычайных ситуациях были проведены исследования следующих тканей:

- лавсановая ткань (арт. 52125) с полимерным покрытием поверхностной плотности 138г/м². Ткань полотняного переплетения с линейной плотностью 13,3 текс.

- лавсановая ткань (арт. 52131) с поверхностной плотностью 141 г/м², полотняного переплетения и линейной плотностью 13,7 текс.

- смешанная ткань с содержанием лавсановых и хлопковых волокон (арт. 62213). Ткань саржевого переплетения, поверхностной плотности 214 г/м².

- ткань стеклянная ЭЗ-200 ГОСТ 19907-83, толщиной 0,190/±0,01/-0,02 мм, поверхностной плотности 195г/м², полотняного переплетения, линейной плотностью по основе 10 текс, по утка 9 текс.

- базальтовая ткань марки «ТБК - 100» полотняного переплетения, толщиной 0,27 мм, поверхностной плотностью 345 г/м². Ткань обладает разрывной нагрузкой по основе 175 даН, по утку - 100 даН; плотностью по основе 22 нити на 1 см и 13 нитей по утку.

- ПВХ и ПЭ пленки. ПЭ пленка ГОСТ 10354-82, толщиной до 0,03 мм, поверхностной плотностью 0,96 г/см³. Обладает прочностью при растяжении по основе 16,1 МПа, по утку - 13,7 МПа. ПВХ пленка с поверхностной плотностью 1,2±г/см³, толщиной до 0,05±0,06 мм, обладает прочностью при растяжении 14-28 МН/м².

Разработка экспериментальных образцов комплексного материала специального назначения производилась на каландре марки Reducteur de vitesse texrope - Hansen. Механические, физические и физико-механические свойства определяли по стандартным методикам:

- Определение линейных размеров, линейной и поверхностной плотностей; ГОСТ 3811-72;

- Определение плотности ткани; ГОСТ 38160-81;

- Определение изменения линейных размеров; ГОСТ 8710-84;

Прочностные характеристики тканей, характеризующиеся разрывной нагрузкой (Рр) и разрывным удлинением (Lp) определялись в соответствии с ГОСТ 3813 - 72 «Ткани и штучные текстильные изделия. Методы определения разрывных характеристик при растяжении», на машине РТ - 250 М - 2. Размеры образцов для испытания 50 x 200 мм.

Результаты и обсуждения

Мы провели исследование возможности использования материалов различной структуры для создания комплексного материала. Комплексные материалы (КМ) - это би - или поликомпонентные композиции, в которых в качестве полимерного связующего используются термопластичные или терморезактивные смолы и пленки, а в качестве наполнителей волокна и текстильные материалы органического и неорганического происхождения. В качестве основного огнезащитного материала использовали базальтовую ткань в сравнении со стеклотканью [3]. В качестве покровного материала предлагается использовать лавсановую ткань различной поверхностной плотности, а также смешанную ткань с содержанием волокон лавсана и хлопка. В качестве связующего исследовались поливинилхлоридная (ПВХ) и полиэтиленовая (ПЭ) пленки. КМ получали на каландрах марки «Reducteur de vitesse texrope - Hansen» при температуре 150°С, давлении 0,76 тонн. Параметры процесса создания КМ были выбраны на основании разработок, представленных в предыдущем пункте.

Исследование влияния вида основы и покровного материала на физико-механические свойства нового КМ показали (табл. 1), что прочность КМ на основе базальтовой ткани со смешанной

тканью возрастает с 94 до 109 даН при изменении вида связующего (с ПЭ пленки на ПВХ). Причем прочность КМ с чистой

лавсановой тканью больше на 38 даН прочности КМ со смешанной тканью на основе базальтовой ткани.

Таблица 1. Физико-механические свойства разрабатываемых КМ

Наименование материала	Разрывная нагрузка, даН		Разрывное удлинение, мм	
	основа	уток	основа	уток
Лавсановая ткань	110	98	45	42
Смешанная ткань	75	73	19	17
Базальтовая ткань	54,7	49,7	25	21
Стеклоткань	100	97	30	28
Стеклоткань+ смешанная соединенная пленкой ткань ПВХ	107	101	29	31
Стеклоткань+ смешанная соединенная ПЭ пленкой ткань	88	84	27	30
Стеклоткань+ лавсановая соединенная пленкой ткань ПВХ	118	99	31	30
Стеклоткань+ лавсановая соединенная ПЭ пленкой ткань	91	80	29	28
Базальтовая смешанная соединенная пленкой ткань+ ткань ПВХ	109	104	27	28
Базальтовая смешанная соединенная ПЭ пленкой ткань+ ткань	94	89	25	27
Базальтовая лавсановая соединенная пленкой ткань+ ткань ПВХ	147	134	34	35
Базальтовая лавсановая соединенная ПЭ пленкой ткань+ ткань	103	97	32	33

В сравнении с КМ на основе стеклоткани прочностные свойства КМ на основе базальтовой ткани выше, в зависимости от используемого покровного материала и вида связующей пленки в среднем на 15 даН. Свойства КМ соединенных ПЭ пленкой по значениям

резко отличаются от значений материалов, соединенных ПВХ пленкой в среднем на 30 даН. Изменение свойств КМ с различными покровными материалами при использовании разных связующих пленок на основе базальтовой ткани, по

сравнению со стеклотканью, носят аналогичный характер.

Испытания исходных материалов на прочность показало, что прочность базальтовой ткани по основе 54,7 даН, по утку 49,7 даН. Прочность лавсановой ткани по основе 110 даН, по утку 98 даН. Прочность смешанной ткани по основе 75 даН, по утку 73 даН.

Таким образом, прочность КМ соединенного ПВХ и ПЭ пленками клеевым способом на 20% выше, чем суммарная прочность исходных материалов.

Исследование устойчивости нового КМ к действию пламени показало, что при поджигании образца со стороны базальтовой ткани в течение 3 минут при КИ 65% не происходило никаких изменений структуры и воспламенения образца. Однако при исследовании огнестойкости всего КМ было необходимо проанализировать устойчивость к воспламенению образца со стороны соединения основы и покровного материала, чтобы оценить целесообразность использования данного способа получения КМ (с использованием ПВХ и ПЭ пленки).

Огнестойкими ТМ принято считать материалы, характеризующиеся КИ 26-

27%. Для определения огнезащитного эффекта разрабатываемых КМ были проделаны сравнительные испытания на огнестойкость КМ на основе базальтовой ткани с лавсановой тканью и смешанной тканью, соединенных ПВХ и ПЭ пленками в сравнении с аналогичными образцами на основе стеклоткани.

Из таблицы 2 видно, что КМ на основе стеклоткани обладает низким значением КИ (в среднем 22%) по сравнению с КМ на основе базальтовой ткани (в среднем 24%) при условии, что в данных соотношениях содержания кислорода и азота основа не загорается, а покровный материал сильно усаживается и плавится. Кроме того, на примере КМ на основе базальтовой ткани показана возможность направленного регулирования свойств, когда используемый вид связующей пленки оказывает комбинированное действие: придает огнестойкость, повышает теплостойкость и увеличивает стабильность КМ к воздействию активных сред, что подтверждается значениями КИ и продолжительностью самостоятельного горения. Необходимо отметить, что КИ одиночных ТМ с содержанием лавсановых волокон равен 20,6%, а с содержанием хлопковых волокон 19%.

Таблица 2. Влияние химического состава на огнестойкость КМ

Наименование материала	Значение КИ, %	Потери массы, %	Продолжительн. самост. горения, сек.
Стеклоткань+ лавсановая ткань соединенная ПВХ пленкой	23	4,1	3
Стеклоткань+ смешанная ткань соединенная ПВХ пленкой	22,5	6,9	9
Стеклоткань+ смешанная ткань соединенная ПЭ пленкой	20	4,8	10
Стеклоткань+ лавсановая ткань соединенная ПЭ пленкой	23	3,6	6

Базальтовая ткань+ смешанная ткань соединенная ПВХ пленкой	24,5	5,0	3
Базальтовая ткань+ лавсановая ткань соединенная ПВХ пленкой	24,5	5,0	3
Базальтовая ткань+ смешанная ткань соединенная ПЭ пленкой	22	4,2	5
Базальтовая ткань+ лавсановая ткань соединенная ПЭ пленкой	24	5,2	3

В результате исследований обнаружено, что наиболее высоким значением КИ (24,5%) обладает КМ на основе базальтовой ткани, соединенный ПВХ пленкой, а также данные образцы способны сами гасить пламя и сохранять на своей поверхности воспламенение только в течение 3 секунд, при условии нераспространения пламени по поверхности образца. Таким образом, для получения огнестойкого КМ на основе базальтовой ткани, соединенной с покровным материалом ПВХ пленкой целесообразно использовать покровный материал со специальной огнезащитной отделкой, только в этом случае КИ разрабатываемых КМ будут отвечать необходимым требованиям огнестойкости (26-27%).

Исследование влияния клеевого способа получения КМ на его жесткость (табл.3.3) показало, что при использовании в качестве связующего ПВХ пленки жесткость КМ возрастает по сравнению с аналогичными образцами, соединенными ПЭ пленкой. Это объясняется более прочным соединением

основы с покровной тканью. Следует отметить, что показатели жесткости КМ со смешанной тканью меньше на 25 % по сравнению с КМ с лавсановой тканью. Однако при использовании в качестве связующего ПЭ пленки в КМ на основе базальтовой ткани и особенно на основе стеклоткани значение жесткости носят очень разбросанный характер (от 112152 до 112784 мкН×см²), что является недопустимым при проектировании КМ специального назначения.

Для наиболее полной характеристики изгибающих свойств, разрабатываемых КМ необходимо исследовать способность материалов восстанавливать форму после изгиба. Из таблицы 4 видно, что несминаемость КМ соединенного ПВХ пленкой и КМ соединенного ПЭ пленкой находятся в зависимости от вида покровного материала и находятся в пределах от 65,7 до 66,6 %. Это объясняется наличием комплексных упруго-эластических свойств, которые приобретает КМ за счет использования разных по структуре и составу материалов.

Таблица 3. Влияние структуры КМ на изменение деформации изгиба

Наименование материала	Показания свойств			
	Жесткость, мкН×см ²		Несминаемость, %	
	основа	уток	основа	уток
Стеклоткань + лавсановая ткань соединенная ПВХ пленкой	2813 44	2800 25	65	64, 8

Стеклоткань + смешанная ткань соединенная ПВХ пленкой	0	6316	2	6095	6	66,	1	63,
Стеклоткань + лавсановая ткань соединенная ПЭ пленкой	2	1215	8	1131	3	64,	6	62,
Стеклоткань + смешанная ткань соединенная ПЭ пленкой	6	8420	3	8171	7	65,	8	61,
Базальтовая ткань + смешанная ткань соединенная ПВХ пленкой	9	6741	2	6624	1	66,	1	65,
Базальтовая ткань + лавсановая ткань соединенная ПВХ пленкой	6	8919	1	8852	8	65,	1	65,
Базальтовая ткань + смешанная ткань соединенная ПЭ пленкой	4	7366	2	7345	2	66,	2	64,
Базальтовая ткань + лавсановая ткань соединенная ПЭ пленкой	84	1127	23	1126	1	65,	4	64,

Очень важным показателем КМ соединенных клеевым способом является прочность клеевого соединения на расслаивание. Исследование влияния вида связующего на прочность при расслаивании клеевого соединения показало (табл. 4), что наиболее прочным соединением обладает КМ на основе базальтовой ткани, соединенной ПВХ пленкой с покровной лавсановой тканью (40 Н/см в направлении основы и 23,3 Н/см в направлении утка). Высокие значения прочности на расслаивание

разрабатываемых КМ находятся в прямой зависимости от физико-механических свойств исходных материалов и их способности удерживать в своей структуре связующее. При использовании в качестве связующего ПВХ пленки наблюдается более глубокие ее проникновения в сквозные поры переплетений ткани и межволоконное пространство нитей самих тканей, что также обеспечивает наиболее прочное клеевое соединение.

Таблица 4. Изменение прочности клеевого соединения в зависимости от состава КМ

Наименование материала	Расслаивание, Н/см	
	основа	уток
Стеклоткань+ лавсановая ткань соединенная ПВХ пленкой	13,3	10
Стеклоткань+ смешанная ткань соединенная ПВХ пленкой	3,3	3,3
Стеклоткань+ смешанная ткань соединенная ПЭ пленкой	3,5	3,4
Стеклоткань+ лавсановая ткань соединенная ПЭ пленкой	6,7	6,7
Базальтовая ткань+ смешанная ткань соединенная ПВХ пленкой	20	20
Базальтовая ткань+ лавсановая ткань соединенная ПВХ пленкой	40	23,3
Базальтовая ткань+ смешанная ткань соединенная ПЭ пленкой	3,3	3,3

Базальтовая ткань+ лавсановая ткань соединенная ПЭ пленкой	3,3	3,3
--	-----	-----

Заключение

Таким образом, в результате проведенных исследований установлена высокая эффективность технологии КМ на основе базальтовой ткани и лавсановой, и смешанной тканей? соединенных клеевым способом ПВХ пленкой. Определены основные технологические параметры получения КМ: давление 11,74 МПа, температура 150⁰С, время 3 минуты. Определено, что новый КМ обладает высокой прочностью клеевого соединения 40 Н/см, что превышает нормативные требования. Установлено, что разработанный КМ характеризуется высокой несминаемостью 65-66%, прочностью 147/134 даН, жесткостью 67419 - 89196 мкН×см², что соответствует нормативным требованиям. Определена устойчивость разрабатываемого КМ к действию открытого пламени при КИ 24,5 %. Отмечено, что при использовании покровного материала со специальной огнезащитной отделкой данный показатель может быть на много выше. Следовательно, разработанный материал можно рекомендовать для спецодежды спасателей.

В результате исследований выявлено, что лавсановая ткань с полимерным покрытием не отвечает требованиям, предъявляемым к материалам способным применяться в составе комплексного материала. Поэтому для дальнейших исследований технологии и свойств специального комплексного материала на основе базальтовой ткани целесообразно использовать лавсановую ткань и смешанную ткань с содержанием волокон лавсана и хлопка. А также обнаружено, что при воздействии температуры 1500С исследуемые ткани имеют незначительные потери массы и минимальные значения усадки, поэтому

допустимой температурой создания комплексного материала с использованием рассматриваемых тканей является температура 1500 С.

Исследование влияния вида основы и покровного материала на физико-механические свойства нового комплексного материала показали, что прочность комплексного материала на основе базальтовой ткани со смешанной тканью возрастает с 94 до 109 даН при изменении вида связующего (с ПЭ пленки на ПВХ). Причем прочность комплексного материала с чистой лавсановой тканью больше на 38 даН прочности со смешанной тканью на основе базальтовой ткани.

Исследование устойчивости нового комплексного материала к действию пламени показало, что при поджигании образца со стороны базальтовой ткани в течение 3 минут при КИ 65% не происходило никаких изменений структуры и воспламенения образца. В результате исследований обнаружено, что наиболее высоким значением КИ (24,5%) обладает комплексный материал на основе базальтовой ткани, соединенный ПВХ пленкой, а также данные образцы способны сами гасить пламя и сохранять на своей поверхности воспламенение только в течение 3 секунд, при условии нераспространения пламени по поверхности образца. Таким образом, для получения огнестойкого комплексного материала на основе базальтовой ткани, соединенной с покровным материалом ПВХ пленкой целесообразно использовать покровный материал со специальной огнезащитной отделкой, только в этом случае КИ разрабатываемых комплексных материалов будут отвечать необходимым требованиям огнестойкости (26-27%).

Исследование влияния клеевого способа получения комплексного материала на его жесткость показало, что

при использовании в качестве связующего ПВХ пленки жесткость комплексного материала возрастает по сравнению с аналогичными образцами, соединенными ПЭ пленкой. Для наиболее полной характеристики изгибающих свойств разрабатываемых комплексных материалов необходимо исследовать способность материалов восстанавливать форму после изгиба. Несминаемость комплексного материала, соединенного ПВХ пленкой и комплексного материала, соединенного ПЭ пленкой, находятся в зависимости от вида покровного материала и находятся в пределах от 65,7 до 66,6%. В результате проведенных исследований установлена высокая эффективность технологии комплексного материала на основе базальтовой ткани и лавсановой, и смешанной тканей, соединенных клеевым способом ПВХ пленкой. Определены основные технологические параметры получения комплексного материала: давление 0,76 тонн, температура 1500С, время 3 минуты.

Рекомендуемый комплексный материал рекомендуется для изготовления костюма спасателя, который изготавливается в соответствии с требованиями государственных стандартов, промышленной технологией поузловой обработки специальной одежды, образцом и техническим описанием модели, утвержденными в установленном порядке.

Защита человека от различных негативных факторов является первостепенной задачей, и в этой области технический текстиль занимает особое место. В России все более актуальными становятся вопросы создания одежды и других текстильных материалов с высокими защитными свойствами. Для изготовления специальной одежды,

защищающей от различных опасных и вредных факторов, должны использоваться материалы и ткани, имеющие целый комплекс защитных свойств.

Список литературы

1. Асеева Р. М., Заиков Г.Е. Горение полимерных материалов. – М.: Наука, 1981. 280 с.
2. Дьяченко В.В, Ковальчук Л.С., Лаврентьев Е.П., Михайлова М.П., Инновационные текстильные огне- и термостойкие материалы для спецодежды и средств индивидуальной защиты // Технический текстиль. – 2011. - №26.
3. Берлин А.А. Горение полимеров и полимерные материалы пониженной горючести URL: <http://plastinfo.ru/information/articles/259/> (дата обращения: 25.06.2018)
4. Официальный сайт ПАО Рослегпром // Итоги работы легкой промышленности. URL: http://www.roslegprom.ru/Go/AllArticles/feed=itog_otr (дата обращения: 26.06.2018)

References

1. Aseeva R. M., Zaikov G.E. Polymer materials burning. – М.: Nauka, 1981. 280 p.
2. Dyachenko V.V., Kovalchuk L.S., Laventyev E.P., Michailova M.P. Innovative textile fire- and thermally-resistant materials for work wear and personal protective equipment // Technicheskiy tekstil. – 2011. - №26.
3. Berlin A.A. Polymer materials burning and polymer materials of diminished flammability. URL: <http://plastinfo.ru/information/articles/259/> (reference date: 25.06.2018)
4. Official website PAO Roslegprom // Results of consumer goods industry. URL: http://www.roslegprom.ru/Go/AllArticles/feed=itog_otr (reference date: 26.06.2018)