

## ФОРМИРОВАНИЕ ПАКЕТОВ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ОГНЕЗАЩИТНОЙ УТЕПЛЕННОЙ СПЕЦОДЕЖДЫ

**Бесшапошникова В.И.<sup>1</sup>, проф., Климова Н.А.<sup>1</sup>, маг., Микрюкова О.Н.<sup>1</sup>, асп, Загоруйко М.В.<sup>2</sup>, доц., Немкина А.Г.<sup>1</sup>, маг., Казакова Н.А.<sup>1</sup>, студ.,  
Рамазанова М.Т.<sup>1</sup>, студ., Логинова Е.А.<sup>1</sup>, студ.**

<sup>1</sup>Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина  
(Технологии. Дизайн. Искусство), г. Москва, Российская Федерация

<sup>2</sup>Саратовский государственный технический университет им. Ю.А. Гагарина,  
г. Саратов, Российская Федерация

*Реферат. Разработана структура пакетов утепленной спецодежды из огнезащитных материалов. Установлена взаимосвязь теплозащитных свойств от состава и способа расположения слоев в пакете одежды. Предлагаемое изделие обладает меньшей массой и жесткостью, высокими тепло- и огнезащитными свойствами и комфортностью пододежного пространства.*

**Ключевые слова:** утепляющие материалы, огнезащитная модификация, прочность при разрыве, спецодежда, теплозащитные свойства.

Требования к конструкции и материалам спецодежды сварщика изложены в стандарте ГОСТ 12.4.250-2013. Базовые элементы спецодежды — куртка и брюки. Материалы верха спецодежды допускается использовать из огнестойких тканей, выработанных из огнестойких натуральных, термостойких, сверхпрочных, высокомолекулярных и других видов волокон, которые отвечают требованиям стандартов ГОСТ 12.4.105-81 и ГОСТ 12.4.250-2013. Теплозащитную спецодежду сварщиков допускается изготавливать с притачной или пристегивающейся утепляющей подкладкой из всех видов утеплителей: ваты, ватина, натурального меха, нетканых синтетических объемных утеплители и др., толщина или количество слоев которой обеспечивают необходимые теплозащитные свойства изделий. Чаще других в качестве утеплителя спецодежды сварщика применяются хлопчатобумажный ватин или вата, и лишь иногда используют нетканый синтетический утеплитель Thinsulate или Холлофайбер. Характеристика структуры и свойств образцов утеплителя Холлофайбер СОФТ представлена в (табл. 1).

Таблица 1– Физико-механические свойства нетканых утеплителей

№ Образца	Наименование образцов	Поверхностная плотность, г/м <sup>2</sup>	Теплопроводность, Вт/(м·К) / тепловое сопротивление, м <sup>2</sup> ·К/Вт	Толщина, под давлением 196 Па, мм	Разрывная нагрузка, даН, длина/ширина	Удлинение при разрыве, %, длина/ширина
1	Холлофайбер СОФТ Р 5190	70	0,035/0,197	7	4,0/3,0	3,5/4,4
2	Холлофайбер СОФТ ПРИМ ZP	100	0,041/0,204	8,4	9,5/4,5	7,3/5,4
3	Холлофайбер СОФТ ПРИМ К	150	0,0385/0,223	8,6	6,5/5,2	6,2/4,85
4	Холлофайбер СОФТ Р 5198	200	0,036/0,219	13,18	5,5/5	6,8/4,9

Сравнительный анализ данных показал, что образец Холлофайбера СОФТ ПРИМ Z P поверхностной плотности 100 г/м<sup>2</sup> обладает наибольшей прочностью и хорошими теплозащитными свойствами, что позволяет использовать его в один и два слоя, в зависимости от температурных условий эксплуатации. Однако синтетическое полиэфирное волокно, обладает повышенной горючестью. Наиболее эффективными замедлителями горения для синтетических волокон являются фосфорсодержащие соединения, которые способствуют процессам коксообразования, подавляя процесс горения термопластичного полимера [1-3].

Огнезащитную модификацию Холлофайбера осуществляли фосфоразотсодержащим замедлителем горения (ЗГ) производства Германии – афламмитом KWB (диалкилфосфонопропиониламид-N-метил) (KWB), который эффективно применяется для модификации разных материалов [4-5]. Модификацию осуществляли методом пропитки

плюсованием. Концентрацию замедлителя горения изменяли от 10 до 30 %. Катализатор – 70–75 % фосфорная кислота, сшивающий агент Квекодур DM 70, мягчитель – 3 % раствор октамона.

Исследование свойств огнезащищенного Холлофайбера показало (табл. 2), что модификация 10 % раствором афламмита KWB полиэфирных (ПЭф) волокон неэффективна (образец № 2), показатель воспламеняемости – кислородный индекс не достигает минимально допустимого значения 27%об.

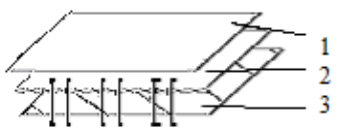
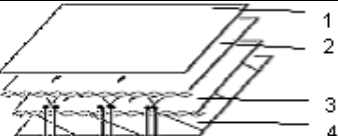
Таблица 2 – Показатели свойств модифицированного нетканого утеплителя Холлофайбер СОФТ ПРИМ ZP

№ образца	Состав образца, % масс.	КИ, % об	$M_{s,2}$ г/м <sup>2</sup>	Жесткость при изгибе, мкН·см <sup>2</sup> , длина / ширина	Pp, даН, длина / ширина	Суммарное тепловое сопротивление, м <sup>2</sup> ·К/Вт	Время остаточного тления / горения, с
1	Холлофайбер исходный	20	100	8850/10120	9,5/4,5	0,204	0/23, каплепадение
2	Холлофайбер + 6 KWB	26,5	106	8844/10109	9,1/4,4	0,210	0/2
3	Холлофайбер +11 KWB	27,5	111	8855/10140	8,9/4,1	0,219	0/0
4	Холлофайбер +12 KWB	28	112	8880/10159	8,7/4,0	0,225	0/0

Модификация из 20 и 30 % раствора афламмита KWB (образцы № 3 и № 4), позволяет отнести огнезащищенный Холлофайбер к трудновоспламеняемым материалам, кислородный индекс достигает 27,5-28 % об. При этом жесткость при изгибе, прочность при разрыве и суммарное тепловое сопротивление модифицированных утеплителей незначительно отличается от показателей исходного немодифицированного образца. По показателям огнестойкости образцы № 3 и 4 отвечают требованиям стандартов ГОСТ 12.4.250-2013 и ГОСТ 11209-2014 и оцениваются как «огнестойкие» материалы и могут быть рекомендованы для производства утепленной спецодежды сварщиков.

Для обеспечения требуемых показателей качества утепленной спецодежды исследовали влияния состава пакета одежды и его толщины на теплозащитные свойства (табл. 3). Установлено, что теплозащитные свойства пакета материалов не зависят от модификации фосфорсодержащими замедлителями горения, а определяются исключительно толщиной пакета одежды. В качестве ткани верха использовали огнезащитную ткань Гефест 450 FR из 100% хлопка, поверхностной плотности 450 г/м<sup>2</sup>, сатинового переплетения, которая используется в производстве спецодежды сварщика. В качестве подкладки - огнезащитную ткань «Туксон» из 100 % хлопка, сатинового переплетения, поверхностной плотности 185 г/м<sup>2</sup>. Простёгивание Холлофайбера с подкладочной тканью на многоигольной машине позволит избежать его миграцию в процессе эксплуатации изделий.

Таблица 3 – Структура и свойства пакетов материалов для спецодежды сварщика

№ пакета	Состав пакета	Толщина, мм, (без давления/ под давлением 196 Па)	Теплопроводность, Вт/м·К	Суммарное тепловое сопротивление, м <sup>2</sup> ·К/Вт	Воздухопроницаемость, дм <sup>3</sup> /м <sup>2</sup> ·с
1.	 1 - Ткань верха Гефест 450 FR 2 - Холлофайбер + 6 KWB 3 - ткань подкладка	14,4/9,48	0,144	0,659	15,1
2.	 1 - Ткань верха Гефест 450 FR 2 - Холлофайбер + 6 KWB 3 - Холлофайбер + 6 KWB 4 - ткань подкладка	20,9/14,4	0,164	0,938	10,0

Как видно из данных (табл. 3), пакет №1 с утеплителем в один слой характеризуется хорошими теплозащитными свойствами и в соответствии с ГОСТ 12.4.250-2013 может быть рекомендован для 1 и 2 класса защиты спецодежды. Пакет №2 с двойным слоем утеплителя холлофайбер по теплозащитным свойствам относится к спецодежде 3 и 4 класса защиты.

Воздухопроницаемость пакетов низкая и соответствует нормативным требованиям утепленной спецодежды. Гигроскопичность пакета материалов 4,9 %.

Невысокая жесткость и масса материалов, обеспечат большую устойчивость к образованию заломов и складок в местах сгибов, относительно гладкая поверхность ткани верха, коэффициент тангенциального сопротивления 1,75–1,8, будут способствовать быстрому удалению расплава металла с поверхности одежды, а высокая степень огнезащиты материалов пакета одежды - надежную защиту при эксплуатации спецодежды.

Таким образом, разработана технология модификации синтетического объемного нетканого утеплителя. Разработаны пакеты материалов, изделия из которых обладают меньшей массой и жесткостью, высокими тепло- и огнезащитными свойствами и комфортностью пододежного пространства. Использование огнезащищенного утеплителя позволит повысить надежность спецодежды и безопасность пользователя.

#### Список использованных источников

1. Бешапошникова, В. И. Огнезащитная модификация синтетических материалов под воздействием лазерного излучения / В. И. Бешапошникова, С. Е. Артеменко, Л. Г. Панова, Т. В. Куликова, В. А. Штейнле, М. В. Загоруйко // Хим. волокна, 2008. – № 1. – С. 48-51.
2. Бешапошникова, В. И. Исследование воспламеняемости текстильных материалов / В. И. Бешапошникова, Т. В. Александрова, М. В. Загоруйко, О. М. Сладков, К. И. Пулина // Известия ВУЗов. Технология текстильной промышленности. – № 5 (347). – 2013. – С. 11–13.
3. Beshaposhnikova, V. I. Features of fire-protection of textiles through the action of laser radiation // Fibre Chemistry, Vol. 44, № 6, March, 2013, pp. 347–351.
4. Бешапошникова, В. И. Влияние афламита KWB на процесс пиролиза и свойства целлюлозных тканей / В. И. Бешапошникова, О. Н. Микрюкова, Л. С. Гальбрайт // Химические волокна, 2017. – № 4. – С. 19–22.
5. Бешапошникова, В. И. Огнезащита смесовых тканей системой фосфоразотсодержащих замедлителей горения / В. И. Бешапошникова, О. Н. Микрюкова, М. В. Загоруйко, В. А. Штейнле // Журнал Вестник технологического университета, 2017, Т. 20, № 22. – С. 69–73.

УДК 677.46.494:536.46

## МОДИФИКАЦИЯ МНОГОСЛОЙНЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ СПЕЦОДЕЖДЫ

*Загоруйко М.В., доц., Штейнле В.А., асп., Ковалева Н.Е., доц.,  
Александрова Т.В., доц.*

*Саратовский государственный технический университет им. Ю.А. Гагарина,  
г. Саратов, Российская Федерация*

Реферат. В результате исследований установлена высокая эффективность придания огнезащитных свойств многослойным текстильным материалам как модификацией готового материала, так и соединением двух слоев огнезащищенных полотен неогнезащищенным клеевым полимером. Модификация не оказывает существенного влияния на физико-механические свойства полотна: прочность при разрыве снижается на 4,5–5 %, прочность клеевого соединения при расслаивании снижается на 0,8–1,1 %, жесткость при изгибе повышается на 5–7 %.

Ключевые слова: огнезащитная модификация, многослойные полотна, показатель воспламеняемости, прочностные свойства, клеевое соединение.

Анализ ассортимента материалов для спецодежды показал, что производство многослойных текстильных материалов открыло возможности управлять и прогнозировать свойства материалов для одежды, в том числе спецодежды [1, 2]. Однако существенным