

НОВЫЕ ОГНЕСТОЙКИЕ НЕТКАНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
ЖАҢА ОҢАТӨЗІМДІ БЕЙМАТА МАТЕРИАЛДАРЫ
NEW FIRE-RESISTANT NON-WOVEN MATERIALS

З.Д. МОЛДАГАЖИЕВА, А.А. ТАЛАСПАЕВА, Р.О. ЖИЛИСБАЕВА
Z.D. MOLDAGAZHIYEVA, A.A. TALASPAYEVA, R.O. ZHILISBAYEVA

(Алматинский технологический университет)

(Алматы технологиялық университеті)

(Almaty Technological University)

E-mail: zaure_0111@mail.ru

В статье рассматривается несколько вариантов новых нетканых материалов, разработанных авторами, которые обладают повышенными термостойкими показателями. Разработанный нетканый материал представляет собой полотно из шерстяных и м-арамидных волокон, скрепленных комбинированным способом, которые являются составляющими в новом пакете спецодежды для сварщиков. Предлагаемые новые нетканые материалы за счет специфичности их свойств предполагается применять в качестве внутренних слоев пакета защитной одежды.

Мақалада авторлар өңдеген жаңа, жылуға төзімділігі жоғары беймата материалдарының бірнеше нұсқасы қарастырылады. Дәнекерлеушілердің арнайы киімінің жаңа пакетіне аралас әдісімен біріктірілген жүн және мета-арамидті талшықтардан тұратын, беймата материалдары жайма түрінде ұсынылған. Жаңа беймата материалдарын спецификалық қасиеттеріне байланысты арнайы киім пакетінің ішкі қабатында қолдануға болады.

In the article discusses several types new nonwoven materials developed by the authors, which have high thermal stability indicators. The developed non-woven material is a fabric made from woolen and m-aramide fibers connected in a combined way and which are components of a new multilayer material for welder's uniform. The proposed new woven materials due to their specific properties are suggested for an application as internal layers of protective clothing.

Ключевые слова: нетканый материал, пакеты материалов, специальная одежда, шерстяные и арамидные волокна.

Негізгі сөздер: текстильді материалдар, материалдар пакеті, арнайы киім, жүн және мета-арамидті талшықтар.

Key words: Non-woven material, multilayer materials, working clothes, wool, aramid fibers.

Введение

Легкая промышленность любой страны — это важнейший многопрофильный и инновационно-привлекательный сектор экономики.

По уровню потребления продукция легкой промышленности стоит на втором месте после продовольственных товаров, что определяет ее значимость.

Учитывая значительную роль легкой промышленности в обеспечении экономической и стратегической безопасности, занятости трудоспособного населения и повышении его жизненного уровня в новых геополитических условиях, ведущие мировые страны уделяют особое внимание развитию отрасли и оказывают ей существенную инвестиционную поддержку. Общая тенденция развития отрасли в Республике Казахстан характеризуется снижением ее доли в объеме промышленности страны, что сопряжено с сокращением рабочих мест, вытеснением отечественного товаропроизводителя с внутреннего рынка зарубежными производителями, что приняло катастрофический характер.

В Казахстане производство продукции легкой промышленности представлено следующими видами: хлопок, шерсть, ткани, ковры, кожа, обувь.

В производстве шерсти прослеживается повышенная тенденция. Так производство шерсти всех видов увеличилось в период с 2003 по 2012 г. на 11 655,4 тысяч тонн, с уровня 26 782 до 38 437,4 тысяч тонн [1]. Основными поставщиками продукции легкой промышленности в Казахстан являются Россия, Кыргызстан, Турция, Китай.

На сегодняшний день наибольшую долю казахстанского рынка занимают — компании занятых в производстве текстильных материалов - 35,5%, производстве одежды - 54,7%, производстве обуви - 4,9%. Ассортимент специальной одежды достаточно широк — от простых и недорогих тради-

ционных изделий (халаты, фартуки, жилеты) до современных комплектов специального назначения (спецодежды для сварщиков, пожарников, сотрудников МЧС и др.).

За последние годы представление о том, как должна выглядеть рабочая одежда, изменилось. Теперь она выполняет не только защитные функции, но и отвечает эстетическим требованиям, а также является одной из составляющих фирменного стиля предприятия, подчеркивая и часто создавая привлекательный имидж. Однако главным в спецодежде остается ее функциональность, и она, как и любой товар, должна отвечать обязательным требованиям, обеспечивающим безопасность жизнедеятельности человека. В настоящее время в Республике Казахстан сложилось критическое положение, как с развитием легкой промышленности, так и с получением новых текстильных материалов с улучшенными эксплуатационными свойствами. Имея огромный сырьевой ресурс, а именно наличие нескольких тонн шерстяного натурального волокна в год, назрела необходимость эффективного использования отечественного сырья для получения огнестойких материалов.

Методы и объекты исследования

В Казахстане имеется ряд научных разработок в области получения новых видов композиционных материалов, требующих дальнейших исследований [2].

Объектами данных исследований являются огнестойкие, нетканые полотна, успешно конкурирующие с тканями и заменяющие их, так как обладают значительными преимуществами (повышенные эксплуатационные свойства, а именно огнестойкость, сокращение производственного цикла, трудовых и материальных затрат при изготовлении полотен).

К нетканым материалам относятся полотна, получаемые из волокон или нитей путем скрепления их различными способами,

кроме ткачества. [Производство](#) нетканых материалов основано на использовании отходов текстильного производства, низкосортных и непрядомых волокон и другого сырья, непригодного для текстильной промышленности. Технология изготовления нетканых материалов отличается простотой, а оборудование - высокой производительностью [3].

Использование волокон шерсти в нетканом материале определено их строением и свойством шерсти – низкой теплопроводностью и гигроскопичностью. Кроме того, использование волокон шерсти позволяет расширить ассортимент исходного сырья для изготовления нетканого огнестойкого материала путем утилизации отходов ткацкого производства, использующего шерсть овец, разводимых в Казахстане.

Перемешивание мета-арамидных волокон с волокнами шерсти и их соединение иглопрокалыванием обеспечивает повышенные свойства несминаемости, термостойкости, водонепроницаемости и снижение теплопроводности равномерно по всему объему получаемого материала, что повышает защитную способность изготавливаемого материала.

Метод изготовления нетканого материала заключается в получении нетканых материалов на иглопробивных машинах следующим образом. Скрепление волокон в нетканом холсте осуществляют в результате их механического смешивания при многократном прокалывании нетканого холста иглами с зубринами. Проходя через холст, иглы захватывают зубринами пучки волокон и протаскивают их через толщину холста. В результате в структуре холста изменяются расположение волокон, их ориентация. В местах проколов образуются пучки волокон, расположенные перпендикулярно плоскости холста; с помощью этих пучков происходит связывание структурных элементов полотна, повышающее прочность материала.

Использование волокон шерсти в нетканом полотне позволяет дополнительно скрепить изготавливаемый материал валянием, чем обеспечивает ему повышение термостойкости, водонепроницаемости и снижение теплопроводности.

Для получения оптимального варианта нетканого, огнестойкого полотна из шерстяных и арамидных волокон в соответствующем сегменте, необходимо правильно выбрать структуру материала и способ ее формирования. При этом структуру волокнистого слоя (холста), как правило, характеризуют: толщина прочеса, число сложений прочеса, неровность прочеса, доля различных волокон в смеси, состав волокна, расположение волокон (коэффициент распрямленности и протяженности, угол ориентации), длина волокна, диаметр волокна, распределение волокон по толщине, наличие или отсутствие каркасного слоя, его структура, плотность проколов, глубина проколов, наличие связующего и адгезионных связей.

На основе проведенных исследований были выбраны оптимальные способы получения новых нетканых материалов, которые включали такие действия, как подготовка и смешивание волокна, замасливание, чесание, формирование волокнистого слоя, иглопрокалывание, каландрирование, термоусадка, и могут характеризоваться эффективностью разрыхления сырья, эффективностью трепания, составом эмульсии и связующего, коэффициентом неравномерности распределения волокна, скоростью прочеса, линейной скоростью движения холста, температурой термической обработки и т.п.

Данные образцы были выполнены валяльным, иглопробивным и комбинированными способами. В таблице 1 приведены характеристики основных свойств нетканых материалов по количеству слоев, массе и способам изготовления.

Таблица 1- Характеристика основных свойств нетканых материалов

| № | Состав слоев | Толщина, мм | Соотношение компонентов, масс. % | Способ изготовления | Поверхностная плотность, г/м ² | Разрывная нагрузка по длине, Н | Разрывная нагрузка по ширине, Н |
|---|--|-------------|----------------------------------|---------------------|---|--------------------------------|---------------------------------|
| 1 | Мета-арамид Шерсть Мета-арамид (3 слоя) | 18 | 60 40 | комбинированный | 286 | 430 | 60 |
| 2 | Мета-арамид Шерсть (2 слоя) | 20 | 50 50 | комбинированный | 403 | 500 | 93 |
| 3 | Мета-арамид Шерсть Мета-арамид (3 слоя) | 25 | 70 30 | комбинированный | 422 | 340 | 116 |
| 4 | Мета-арамид Шерсть Мета-арамид Шерсть (4 слоя) | 30 | 50 50 | комбинированный | 305 | 446 | 245 |
| 5 | Мета-арамид Шерсть (смешанный) | 15 | 60 40 | комбинированный | 243 | 480 | 100 |
| 6 | Мета-арамид Шерсть (смешанный) | 25 | 70 30 | комбинированный | 458 | 400 | 148 |

По результатам исследований в зависимости от массы и количества слоев, а также различных способов получения нетканых материалов выявлено, что оптимальным вариантом для получения новых нетканых материалов являются образцы под № 1, 3, 4, выполненные комбинированным способом.

Результаты и их обсуждение

В лабораториях по испытанию текстильных материалов и спецодежды центра СИЗ в Донкукском университете (Южная

Корея) был проведен ряд исследований на нетканых материалах, подвергаемых воздействию источника теплового излучения согласно ГОСТ 6942:2007[4]. Данный тест определяет влияние теплового ИК излучения на испытуемый образец. На обратной стороне пакета материалов проводится замер температуры калориметром. Тестирование прекращается по достижению 24 градусов.

На рисунке 1 представлены фотографии устройства (Radiant Protective Performance Tester.ISO 6942).

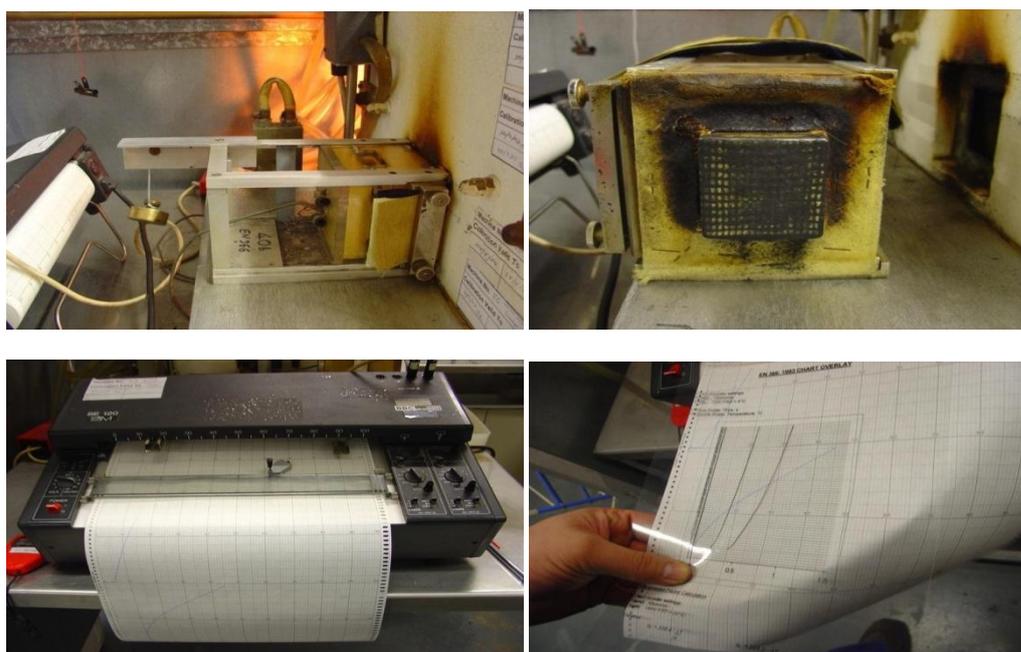


Рисунок 1 - Фотография устройства (Radiant Protective Performance Tester).

Для проведения исследований использовались образцы элементарных проб размером 230*80 мм, которые приклеплены к одной стороне пластины держателя образца и удерживаются в соприкосновении с передней стороной калориметра усилием 2Н. Передвижной экран сдвигают и записывают показания исходного значения излучения и экран возвращают в положение «закрото» после того, как будет достигнуто увеличение температуры примерно на 30⁰С. Измеряют

время t_{12} с точностью до одной десятой секунды, которое было затрачено на подъем температуры калориметра на $(12,0 \pm 0,1)^{\circ}\text{C}$, и измеряют время t_{24} до одной десятой секунды, которое было затрачено на подъем температуры калориметра на $(24,0 \pm 0,2)^{\circ}\text{C}$. В соответствии с требованиями ГОСТ 6942:2007 вычисляют разность между t_{24} и t_{12} .

В таблице 2 приведены примеры опытных образцов. Для удобства введены следую-

щие условные обозначения: Мета-арамид–М, Шерсть-Ш.

Таблица 2 - Примеры опытных образцов

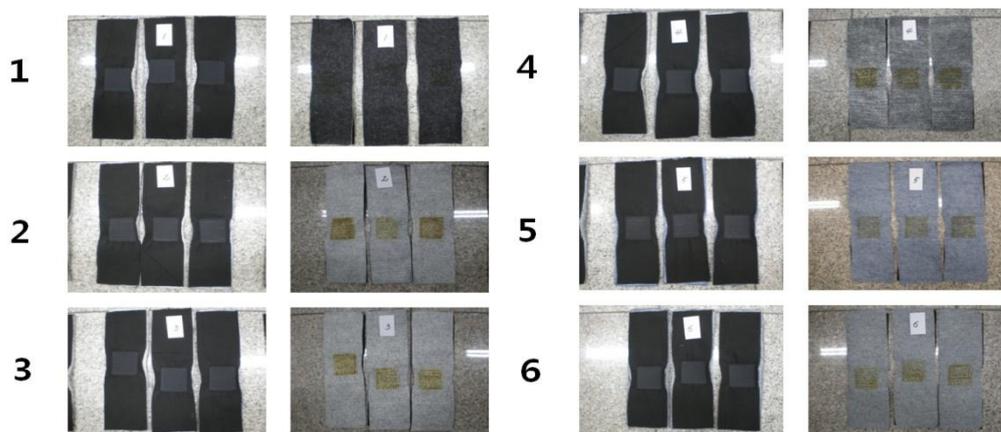
| № | Вид волокна | Толщина, мм | Способ изготовления | Материал |
|---|-----------------|----------------|---------------------|-------------------|
| 1 | М-Ш | 20 | комбинированный | Нетканый материал |
| 2 | М- Ш -М | 18 | комбинированный | |
| 3 | М- Ш -М | 25 | комбинированный | |
| 4 | М- Ш -М- Ш | 30 | комбинированный | |
| 5 | М-Ш (смешанный) | 15 | комбинированный | |
| 6 | М-Ш (смешанный) | 25 | комбинированный | |

Анализ полученных результатов на устройстве Radian Protective Performance Tester приведены в таблице 3.

Таблица 3 - Индекс передачи теплового потока

| № | НТИ ₁₂ | | | | НТИ ₂₄ | | | |
|---|-------------------|------|------|---------|-------------------|------|------|---------|
| | 1 | 2 | 3 | Средний | 1 | 2 | 3 | Средний |
| 1 | 16.9 | 15.3 | 15.7 | 16 | 27.8 | 25.4 | 26 | 26.4 |
| 2 | 10.8 | 10.9 | 11.0 | 10.9 | 16.2 | 16.9 | 17.1 | 16.7 |
| 3 | 13.8 | 13.9 | 13.8 | 13.8 | 22.4 | 22.5 | 22.7 | 22.5 |
| 4 | 13.0 | 12.3 | 12.3 | 12.5 | 20.7 | 19.2 | 19.6 | 19.8 |
| 5 | 10.1 | 9.6 | 9.4 | 9.7 | 15.4 | 14.4 | 14.3 | 14.7 |
| 6 | 13.6 | 13.3 | 14.1 | 13.7 | 21.4 | 21.2 | 22.7 | 21.8 |

На рисунке 2 показано внешнее состояние опытных образцов после испытания.



1) М-Ш 20мм; 2) М-Ш-М 18мм; 3) М-Ш-М 25мм; 4) М-Ш-М-Ш 30мм;

5) М-Ш (смешанный) 15мм; 6) М-Ш (смешанный) 25мм.

Рисунок 2 - Образцы после испытания

Полученные результаты на устройстве Radiant Protective Performance Tester показали, что образец №1 является выдержанным на воздействие источника теплового излучения. Далее определена плотность теплового потока, пройденная через материал:

$$Q_c = \frac{MC_p \cdot 12}{A(t_{24} - t_{12})} \quad (1)$$

где: М-масса медной пластины, кг;

C_p - удельная теплоемкость меди, равная 0,385 кДж/(кг·°С);

$12/(t_{24} - t_{12})$ – средняя скорость подъема температуры калориметра на отрезке между значениями 12 °С и 24 °С, °С/с;

А- площадь медной пластины, м².

Коэффициент теплопередачи $TF(Q_0)$ для уровня плотности падающего теплового потока Q_0 вычисляются по формуле:

$$TF(Q_0) = \frac{Q_c}{Q_0} \quad (2)$$

Расчеты коэффициентов теплопередачи и теплового потока для нетканых материалов показаны в таблице 3.

Таблица 3- Теплофизические свойства образцов нетканых материалов

| № | Вид волокна | Толщина, мм | Плотность пропущенного теплового потока, кВт/м ² | Коэффициент теплопередачи |
|---|-------------|-------------|---|---------------------------|
| 1 | М-Ш | 20 | 6,6 | 0,16 |
| 2 | М- Ш -М | 18 | 11,5 | 0,28 |
| 3 | М-Ш | 25 | 7,6 | 0,19 |

| | | | | |
|---|-------------|----|------|------|
| 4 | М-Ш- М-Ш | 30 | 9,1 | 0,22 |
| 5 | М- Ш (смеш) | 15 | 13,3 | 0.33 |
| 6 | М- Ш (смеш) | 25 | 8,2 | 0.20 |

Анализируя результаты испытаний, выявлено, что опытный образец под номером №1(М-Ш) более устойчив к воздействию высоких температур.

Заключение, выводы

Принципиальное отличие предлагаемого предложения от предшествующих исследований в данной области состоит в использовании отечественного, натурального, шерстяного волокна в сочетании с метарамидными волокнами, что позволяет существенно снизить стоимость продукта и одновременно улучшить эксплуатационные огнезащитные свойства. При новом применении отечественных шерстяных волокон в композиции с мета-aramидными, возможно решение проблемы импортозамещения в данной области.

Предлагаемые новые нетканые материалы за счет специфичности их свойств предполагается применять в качестве внутренних слоев, играющих роль дополнительной, огнестойкой, защитной прокладки в новом пакете защитной одежды сварщиков.

В дальнейшем планируется увеличить диапазон исследований в области проведения испытаний и подбора оптимальных пакетов материалов для спецодежды. Так как простота предлагаемого решения позволяет любому заинтересованному предприятию наладить мини - производство по выпуску защитных огнестойких многослойных материалов, планируется наладить выпуск новых огнестойких материалов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Постановление Правительства Республики Казахстан от 30 сентября 2010 года № 1003 «Программа по развитию легкой промышленности в Республике Казахстан на 2010 - 2014 годы».

2. Жилисбаева Р.О., Кожабергенова К.Д. Надежность в проектировании специальной одежды для металлургов. -А.: Алматы Коркем, 2012.-146с.

3. Сухарев М.И. Материаловедение. Учебное пособие. –М.: «Легкая индустрия», 1973. - 265 с.

4. ГОСТ Р ИСО 6942-2007 Одежда для защиты от тепла и огня. Методы оценки материалов и пакетов материалов, подвергаемых воздействию источника теплового излучения.

