

УДК 677.074

**НОВЫЕ ОГНЕСТОЙКИЕ НЕТКАНЫЕ МАТЕРИАЛЫ**  
**ЖАҢА ОТҚАТӨЗІМДІ 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 легкая промышленность стоит на втором месте после продовольственных товаров, что определяет ее значимость.

Учитывая значительную роль легкой промышленности в обеспечении эконом-

ической 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 оте-

чественного 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 традиционных 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 зазубринами. Проходя через холст, иглы захватывают зазубринами пучки волокон и протаскивают их через толщину холста. В результате в структуре холста изменяется 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, иглопробивание, 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 <sup>2</sup>	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).

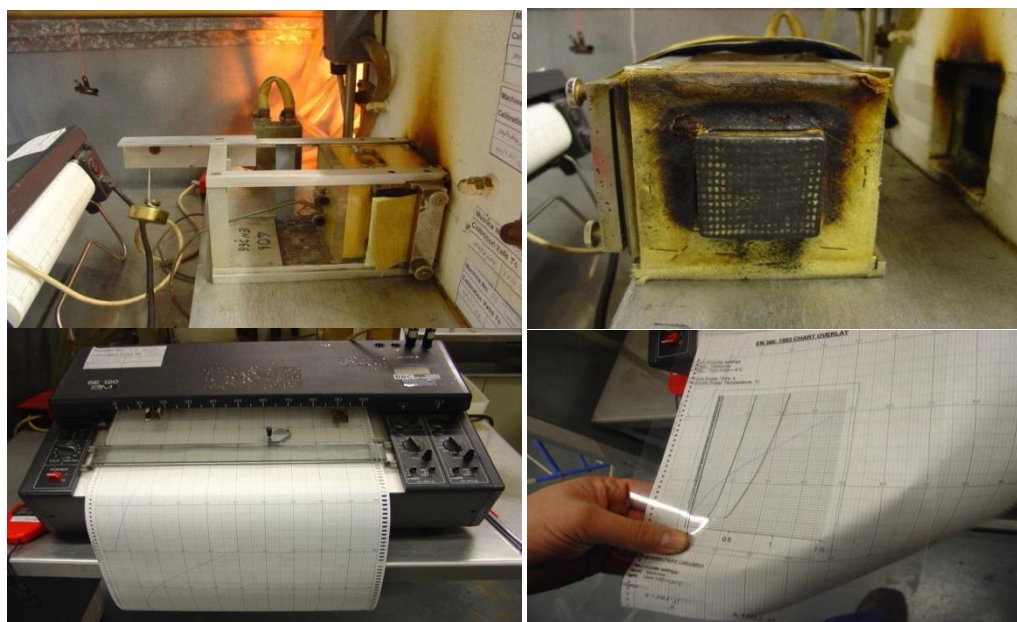


Рисунок 1 - Фотография устройства (Radiant Protective Performance Tester).

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 «закрыто» после того, как будет достигнуто увеличение температуры примерно на 30<sup>0</sup>С. Измеряют время t<sub>12</sub> с точностью до одной десятой

секунды, которое было затрачено на подъем температуры калориметра на (12,0 ±0,1) <sup>0</sup>С, и измеряют время t<sub>24</sub> до одной десятой секунды, которое было затрачено на подъем температуры калориметра на (24,0 ±0,2) <sup>0</sup>С. В соответствии с требованиями ГОСТ 6942:2007 вычисляют разность между t<sub>24</sub> и t<sub>12</sub>.

В таблице 2 приведены примеры опытных образцов. Для удобства введены следующие условные обозначения: Мета-арамид–М, Шерсть–Ш.

Таблица 2 - Примеры опытных образцов

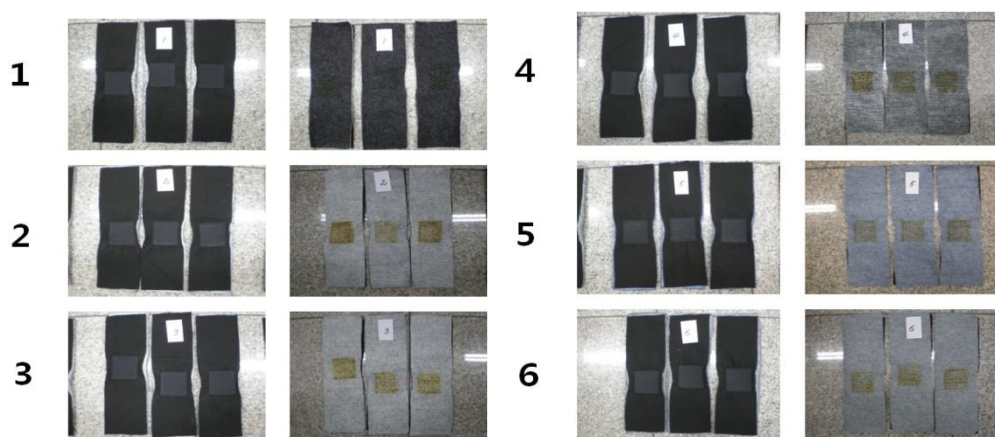
№	Вид волокна	Толщина, мм	Способ изготовления	Материал
1	М-Ш	20	комбинированный	Нетканый материал
2	М- Ш -М	18	комбинированный	
3	М- Ш -М	25	комбинированный	
4	М- Ш -М- Ш	30	комбинированный	
5	М-Ш (смешанный)	15	комбинированный	
6	М-Ш (смешанный)	25	комбинированный	

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

Таблица 3 - Индекс передачи теплового потока

№	НТИ <sub>12</sub>				НТИ <sub>24</sub>			
	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 Radian 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;

С<sub>р</sub>- удельная теплоемкость меди, равная 0,385 кДж/(кг·°С);

12/( t<sub>24</sub> -t<sub>12</sub>) – средняя скорость подъема температуры калориметра на отрезке между значениями 12 °С и 24 °С, °С/с;

А- площадь медной пластины, м<sup>2</sup>.

Коэффициент теплопередачи TF(Q<sub>0</sub>) для уровня плотности падающего теплового потока Q<sub>0</sub> вычисляют 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 <sup>2</sup>	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 мета-арамидными волокнами, что позволяет существенно снизить стоимость продукта и одновременно улучшить эксплуатационные огнезащитные свойства. При новом применении отечественных шерстяных волокон в композиции с мета-арамидными, 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.