

## Технология получения комбинированного огнетермостойкого материала

В.Г. Буткевич, Г.И. Москалёв<sup>а</sup>, Е.И. Рутченков  
Витебский государственный технологический университет, Республика Беларусь  
E-mail: <sup>а</sup>mosvstunew@rambler.ru

**Аннотация.** В данной работе предложен способ получения огнетермостойких материалов. Проведен сравнительный анализ различных видов огнетермостойких тканей и способов их получения. Это позволило поставить цели и задачи исследований. Предложена новая ткань, в которой в качестве основных и уточных нитей используются многокомпонентные нити. Эти нити имеют в качестве сердечника стеклонить, а в качестве обкручивающего компонента – огнетермостойкую нить «Арселон». В работе исследованы основные физико-механические показатели предлагаемой ткани.

**Ключевые слова:** ткань, сушка, производство, температура, технологический процесс, энергопотребление, эксперимент, физико-механические свойства, волокно.

## Technology of Obtaining the Combined Fire-Thermal Resistant Material

V. Butkevich, G. Moskalyov<sup>а</sup>, E. Rutchenkov  
Vitebsk State Technological University, Republic of Belarus  
E-mail: <sup>а</sup>mosvstunew@rambler.ru

**Annotation.** In this paper, a method of obtaining fire-thermal resistant materials is proposed. A comparative analysis of various types of fire-thermally resistant fabrics and methods of their obtaining has been carried out. This allowed to set the goals and objectives of the research. A new fabric is proposed in which multicomponent yarns are used as main and weft yarns. These yarns have glass fiber as a core and fire-thermally resistant thread «ARCELON» as a wrapping component. The main physical and mechanical parameters of the proposed fabric have been investigated.

**Key words:** fabric, drying, production, temperature, technological process, energy consumption, experiment, physical and mechanical properties, fiber.

В настоящее время в Республике Беларусь складывается довольно сложная обстановка с изготовлением специальных термо- и огнестойких технических тканей, а также материалов для специальной защитной одежды людей, чья профессиональная деятельность связана с работой при высоких температурах и контактах с пламенем [1].

Как в Беларуси, так и за рубежом проблема защиты работающих от воздействия тепла в процессе трудовой деятельности давно волнует специалистов различных отраслей: текстильщиков, материаловедов, швейников, обувщиков, медиков, гигиенистов, теплофизиков, химиков, и т. д., занимающихся вопросами охраны труда. Вопрос создания для работающих в горячих цехах различных производств спецодежды, обладающей комплексом защитных свойств от высокой температуры и теплового излучения, до настоящего времени

остаётся открытым. Сегодня отечественная промышленность выпускает ткани с огнезащитными свойствами, которые обеспечиваются на стадии отделки. Надо отметить, что эти материалы не отвечают комплексной защите от вредных факторов производств, а асбестовые материалы обладают канцерогенностью и запрещены для производства изделий во всем мире.

Существует большой ассортимент технических фильтровальных и других материалов, применяемых в производствах нефтеперерабатывающего, военно-промышленного комплекса и других производствах, которые удовлетворяют высоким требованиям по термо- и огнестойкости, однако материалы данного назначения в Республике Беларусь не производятся [2]. Все это диктует необходимость создания огнетермостойких пряж, нитей, тканей и, соответственно, изделий из них на основе отечественного сырья.

В настоящее время изделия данного ассортимента полностью импортируются из-за рубежа. ПО «Хим-волокно» г. Светлогорска производит термостойкое волокно «Арселон». По термостойкости и гигроскопичности арселон превосходит известные мировые аналоги. Одним из его недостатков является невысокий показатель кислородного индекса (26,5 % против необходимых 28 %), что объясняет недостаточно высокую устойчивость волокна к воздействию открытого пламени и, соответственно, ограничивает область применения.

Принципиально новым подходом к созданию тканей с огнезащитными свойствами является использование химических огнестойких арамидных волокон и нитей (русар, СВМ, армос), которые обладают исключительной прочностью и термостойкостью, однако имеют высокую стоимость. Кислородный индекс этих волокон составляет 38–43 %, прочность – 4,0–5,0 ГПа, удлинение при разрыве – 3,0–4,0 %, стоимость – 70–100 \$ за один килограмм.

Для повышения показателя кислородного индекса, а также снижения себестоимости продукции, с учетом промышленной базы Республики Беларусь, предлагается разработка новых технологий получения смешанной пряжи и нитей, состоящих из арамидных волокон и нитей, нитей и пряжи из волокна «Арселон», отходов прядильного и ткацкого производства арамидных и арселоновых нитей.

Для снижения стоимости такой пряжи и нитей необходим комплекс мероприятий по разработке новых технологических процессов получения смешанной пряжи и нитей из огнестойких волокон, оптимизация технологических параметров процессов получения новых видов нитей и пряжи.

Исследование различных составов комбинированных огнестойких волокон и нитей позволит получить пряжу и нити с требуемыми физико-механическими и потребительскими свойствами.

Авторами разработана новая технология получения огнестойкого материала на основе многокомпонентных нитей с использованием в качестве обвивочного слоя арселоновых волокон (рис. 1).

Нить, из которой изготовлена огнестойкая ткань, состоит из сердечника – стеклонити (содержание 15–30 %), покрытой огнестойкими синтетиче-



Рисунок 1 – Образец огнестермостойкой ткани

скими волокнами (Мета арамид, Полиэфир FR, Модакрил FR, Вискоза FR, арселон) (содержание 70–85 %). Способ получения – кольцевое прядение со стержневой нитью с последующим скручиванием в 2 сложения на крутильных машинах. Линейные плотности тканей – от 25 текс x 2 и выше. Стеклонить обладает превосходными огнестермостойкими свойствами, при этом значительно дешевле, чем огнестойкие волокна. Например, цена арселоновой пряжи – от 22 \$, цена стеклонити – от 2–5 \$.

Сочетание стеклонити и огнестойких волокон позволяет получить ткань, не уступающую по свойствам огнестойкой пряже, в то же время значительно дешевле по себестоимости. Область применения – замена огнестойкой пряжи в технических огнестойких тканях.

В таблицах 1 и 2 представлены физико-механические свойства нити из арселоновых волокон и ткани из неё.

В производственно-техническом центре Витебского областного управления МЧС ткань была исследована на огнестермостойкие свойства. Результаты исследований представлены в таблице 3.

Таблица 1 – Физико-механические свойства арселоновой нити со стеклянным сердечником 27 текс x 2

Наименование показателя	Значение показателя
Линейная плотность нити, текс	27x2
Коэффициент вариации по линейной плотности, %	3,42
Разрывная нагрузка, сН	1765
Относительная разрывная нагрузка, сН x Текс	32,68
Коэффициент вариации по разрывной нагрузке, %	3,41
Разрывное удлинение, %	3,99

Таблица 2 – Физико-механические свойства ткани из арселоновой нити со стеклянным сердечником 27 текс х 2

Свойство	Величина, ед. изм.
Поверхностная плотность ткани	172,8 г/м <sup>2</sup>
Плотность ткани по основе	144 нити/10 см
Плотность ткани по утку	142 нити/10 см
Толщина ткани	0,48 мм
Разрывная нагрузка вдоль основы	805,5 Н
Разрывная нагрузка вдоль утка	801,6 Н
Разрывное удлинение вдоль основы	20,5 %
Разрывное удлинение вдоль утка	19 %
Истирание	1950 циклов

Таблица 3 – Результаты испытаний по определению устойчивости к воздействию открытого пламени, устойчивости к воздействию температуры 300 °С и усадке после нагревания

№ п/п	Наименование показателя	Значение	Нормативное значение
1	Среднее время сжигания образцов, с	10	-
2	Среднее время остаточного горения, с	0	Не более 2,0 с
3	Среднее время остаточного тления, с	0	Не более 2,0 с
4	Разрушение (сквозной прогар), воспламенение	Нет	-
5	Усадка после нагревания, %	1,0	Не более 5 %
6	Кислородный индекс	28	Не менее 28

Структура и физико-механические свойства исследуемой ткани зависят от условий ее формирования и соотношения линейных плотностей стеклонити и волокон покрытия «Арселон». Большое влияние на структуру и свойства ткани оказывает интенсивность кручения. Поэтому разработка оптимальных соотношений и технологических параметров её изготовления является одним из важных этапов в создании технологии производства огнестойкой ткани.

В связи с этим были поставлены следующие задачи:

- исследовать общие закономерности процессов получения ткани на прядильно-крутильной машине;
- установить степень влияния технологических параметров процесса прядения на качество получаемой ткани;
- определить оптимальные технологические параметры технологического процесса получения огнестойкой ткани на прядильно-крутильной машине;
- изучить влияние влажностно-тепловой обработки на физико-механические свойства ткани.

Изучение специфических свойств огнестойкой ткани позволило выявить, что усадка и объёмность

зависят, прежде всего, от содержания нити сердечника и стекловолокна. В ходе предварительного эксперимента установлено, что долевое содержание комплексной стеклонити в комбинированной огнестойкой нити не должно превышать 15–30 %. Существенное влияние оказывает величина крутки. С уменьшением числа кручений усадка и объёмность исследуемой нити увеличивается. Однако в ходе предварительных экспериментов выявлено, что огнестойкую нить малых линейных плотностей вырабатывать трудно ввиду малой сцепляемости арселоновых волокон с комплексной стеклонитью.

При достижении на поверхности ткани температуры равной температуре стеклования, происходит ослабление межмолекулярного взаимодействия и «расслабление» первоначальной структуры, возникшей в ткани в процессе ее формирования. В зависимости от начальной величины энергии межмолекулярного взаимодействия, период расфиксации может быть более или менее продолжительным. Чем больше начальная величина энергии межмолекулярного взаимодействия, тем больше время, необходимое для снижения уровня этой энергии до значений, при которых усиление колебательных движений звеньев макромолекул может привести к образованию новых межмолекуляр-

ных связей. Благодаря ослаблению межмолекулярных взаимодействий и тепловых колебаний звеньев, макромолекулы приобретают способность самопроизвольно изменять свою ориентацию в ткани и принимать более вероятностную изогнутую форму. И чем выше гибкость полимера, тем легче происходит переориентация макромолекул в нитях.

Был проведён эксперимент и построены кривые сушки огнетермостойкой ткани с использованием в качестве сердечника стеклонити, а в качестве обвивочного компонента – арселоновые волокна (рис. 2). Начальная влажность 105 %; 110 %; 115 %. Температура сушки была принята 110 °С; 120 °С; 130 °С.

Как видно, что при увеличении температуры сушильного аппарата, время сушки снижается. Отсюда вытекает целесообразность максимального повышения температуры агента. Однако следует помнить, что с увеличением температуры повышается энергопотребление и стоимость сушки.

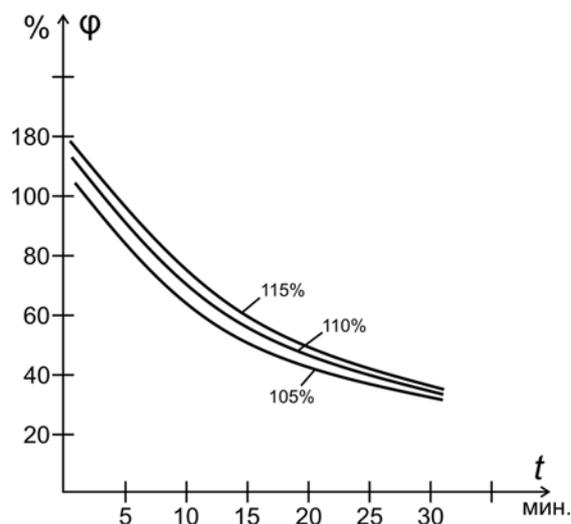


Рисунок 2 – Кривые сушки огнетермостойкой ткани

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лавреньева, Е. П. Сравнительный анализ свойств огнезащитных тканей различных способов производства / Е. П. Лавреньева // Швейная промышленность. – 2012. – № 3. – С. 40–42.
2. Будницкий, Г. А. Применение термоогнестойких волокон для изготовления текстильных изделий / Г. А. Будницкий, А. В. Волохина // Текстильная химия. – 2003. – № 3. – С. 23–24.

#### REFERENCES

1. Lavrenieva, E. P. Comparative analysis of properties of flame retardant fabrics of different production methods / E. P. Lavrenieva // Sewing industry. – 2012. – № 3. – P. 40–42.
2. Budnitsky, G. A., Application of thermo-fire-resistant fibers for textile products manufacturing / G. A. Budnitsky, A. V. Volokhina // Textile chemistry. – 2003. – № 3. – P. 23–24.

#### SPISOK LITERATURY

1. Lavren'eva, E. P. Sravnitel'nyj analiz svojstv ogneshhitnyh tkaney razlichnyh sposobov proizvodstva / E. P. Lavren'eva // Shvejnaja promyshlennost'. – 2012. – № 3. – S. 40–42.
2. Budnickij, G. A., Primenenie termo-ognestojkih volokon dlja izgotovlenija tekstil'nyh izdelij / G. A. Budnickij, A. V. Volohina // Tekstil'naja himija. – 2003. – № 3. – S. 23–24.

Статья поступила в редакцию 15.03.2023.