

частоты вращения до 1750 об/мин процесс чесания на всех разводках оценивается как «удовлетворительный». Зависимость неровноты чесальной ленты по длинным (1м) отрезкам и по сечению от параметров узла приемного барабана наглядно видна на рисунке 1.

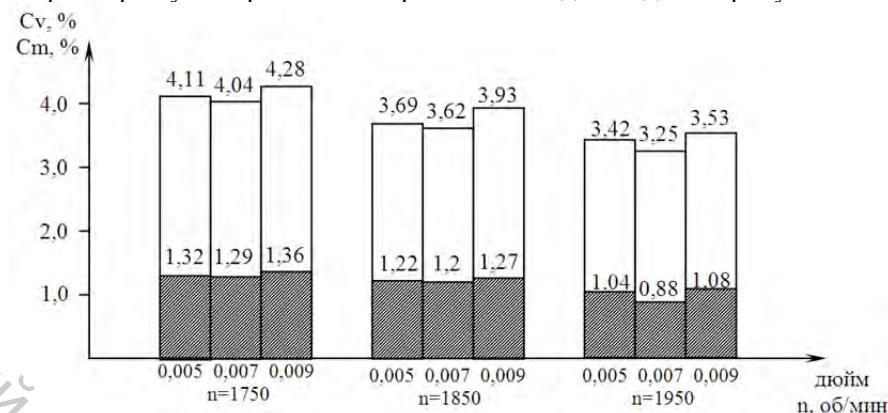


Рисунок 1 – Зависимость неровноты чесальной ленты от параметров настройки узла приемного барабана:



– коэффициент вариации по 1 м отрезкам, Cv, %.

– коэффициент вариации по сечению, Cm, %.

Видно, что неровнота чесальной ленты по сечению при частоте вращения 1750 об/мин отвечает требованиям 81-86% уровня по Устер статистик, а уровень чесальной ленты 1, 2, 3 вариантов (n=1950 об/мин) значительно ниже – 65-71%, что говорит о лучшей структуре чесальной ленты.

#### Список использованных источников

1. Борзунов, И.Г., Бадалов, К.И., Гончаров, В.Г. Прядение хлопка и химических волокон. - Москва: Легкая и пищевая промышленность, 1982.
2. Л.Чижик. Приготовление ленты для безверетенного прядения. Усти-над-Орлицей. ВУБ, 1979.
3. Матисмаилов, С.Л., Бурнашев, Р.З., Амзаев, Л.А. Экспериментальное исследование условий взаимодействия гарнитуры с бородкой в узле премного барабана чесальной машины. Тезисы докладов «Научным разработкам широкое внедрение в практику», Иванова, 1988.
4. Вильфрид Готманнс. Доклад, Симпозиум, Ташкент, 13-14.04. 1999.

УДК 677.46.494:536.46

## ОГНЕЗАЩИТНАЯ МОДИФИКАЦИЯ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ЗАМЕДЛИТЕЛЯМИ ГОРЕНИЯ EXFLAM И ANTIFLAME

**Микрюкова О.В.<sup>1</sup>, асп., Бесшапошникова В.И.<sup>1</sup>, проф., Загоруйко М.В.<sup>2</sup>, доц.,  
Штейнле В.А.<sup>1</sup>, асп., Лебедева Т.С.<sup>1</sup>, маг.**

<sup>1</sup>Российский государственный университет им. 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

**Ключевые слова:** текстильные материалы, замедлители горения, огнезащита, свойства

**Реферат.** В статье приведены результаты исследований огнезащитной модификации текстильных материалов из различных волокон полифосфатами аммония разного строе-

ния и содержания фосфора и азота. Установлена высокая эффективность снижения горючести тканей модифицированных полифосфатом аммония EXFLAM APP-201, которая позволяет получать трудновоспламеняемые материалы с высокими физико-механическими свойствами.

Текстильные материалы широко применяются не только в быту, но и в различных сферах производства, таких как строительство, автомобиле и самолетостроении и других, которые предъявляют высокие требования к огнестойкости материалов и изделий из них. Химическая промышленность производит мало- и среднетоннажные термостойкие и устойчивые к действию огня ароматические волокна и нити, такие как тогилен, тверлан, арселон, фенилон, аримид и другие, которые имеют высокую стоимость, поэтому их применение не всегда целесообразно и ограничено. Текстильные материалы на основе многотоннажных волокнообразующих полимеров полиэтилентерефталата (ПЭф), полиакрилонитрила (ПАН) и поликарбамида (ПА) сравнительно дешевые, однако, относятся к категории легковоспламеняемых, характеризуются высокой скоростью горения и токсичностью продуктов пиролиза, что ограничивает их применение в производстве спецодежды, декоративных отделочных и обивочных полотен и других изделий бытового и технического назначения. Проблемой снижения горючести текстильных материалов занимаются во всем мире [1-5], однако она и по сей день является актуальной.

Наличие в волокнообразующем полимере функциональных групп позволяет проводить модификацию волокон и полотен, обеспечивающую снижение пожарной опасности полимерных волокнистых материалов за счет усиления при пиролизе процессов структурирования, приводящих к увеличению выхода негорючей газообразной составляющей, коксового остатка (КО) и подавлению горения. Для этого необходимо подобрать эффективные замедлители горения (ЗГ). Поэтому исследование эффективности огнезащиты и влияния фосфорсодержащих ЗГ на структуру и свойства модифицированных полимерных волокнистых материалов, является актуальным.

Для оценки возможности использования ЗГ одной химической природы для различных синтетических волокон исследовали полифосфаты аммония разного строения и содержания фосфора и азота – EXFLAM APP-201 ( $P_2O_5$  – 72,46%, Р-31,6% и N – 14,3%), EXFLAM APP-202 ( $P_2O_5$ -45-50%, N – 25-26%) и ANTIFLAME APP-3 ( $P_2O_5$  - 45-50%, N – 25-26%). Модификацию осуществляли водными растворами исследуемых ЗГ концентрации от 10 до 50%. Модификацию тканей и нетканых полотен из капроновых, нитроновых, хлопковых и лавсановых волокон осуществляли пропиткой растворами ЗГ при температуре  $40\pm5$  °C с последующей сушкой на воздухе и термообработкой при температуре  $100\pm5$  °C в течение 5-10 мин.

Исследование способности текстильных материалов сорбировать замедлители горения из растворов разной концентрации показало (табл. 1), что хлопчатобумажная ткань примерно в 2 раза больше содержит ЗГ, чем полотна из химических волокон.

Таблица 1 – Показатели свойств огнезащищенных материалов

№ п/п	Марка замед- лителя горе- ния	Концен- трация рас- твора ЗГ	Полотна из волокон:							
			хлопковых		лавсановых		капроновых		нитроновых	
			Δm, %	КИ, %	Δm, %	КИ, %	Δm, %	КИ, %	Δm, %	КИ, %
1	EXFLAM APP-201	0		18,0		20,0		20,0		19,0
2		10	1,54	23,0	1,55	23,0	1,13	24,0	1,51	23,0
3		30	6,95	27,0	5,69	27,0	5,58	25,5	5,61	26,5
4		50	13,14	32,0	6,52	27,5	6,07	27,0	6,50	27,0
5	EXFLAM APP-202	10	2,27	19,5	1,81	23,0	1,94	24,0	1,8	23,0
6		30	5,74	21,0	2,19	25,0	2,34	24,5	2,10	24,5
7		50	12,97	25,0	3,76	25,5	5,58	25,0	3,95	25,5
8	ANTIFLAME APP-3	10	1,41	21,0	1,27	23,0	1,40	23,0	1,31	23,0
9		30	6,55	23,0	2,86	24,0	3,72	23,5	2,92	24,5
10		50	11,46	24,0	3,62	25,0	4,35	24,0	3,74	25,5

\*Примечания: Δm - привес замедлителя горения в структуре материала, %, масс.; КИ – кислородный индекс, % объем.

С повышением концентрации ЗГ с 10 до 50 % в растворе, его содержание в структуре тканей возрастает и составляет: 5,7-13% на хлопчатобумажной, 2,3-6,07% на капроновой и 2,1-6,5% на лавсановой и нитроновой. Отмечено, что сорбционная способность зависит не только от природы текстильного материала, но и от строения макромолекулы исследуемых полифосфатов аммония, содержания в них фосфора и азота. Всеми тканями лучше сорбируется антипирен APP-1.

По показателю воспламеняемости кислородному индексу (КИ) можно утверждать (табл. 1), что для модификации текстильных полотен наиболее эффективным ЗГ является EXFLAM APP-201, который обеспечивает возрастание КИ на хлопчатобумажной ткани до 27-32%, на полотнах из лавсановых, капроновых и нитроновых волокон до 27-27,5%. Следовательно, ткани модифицированные 30-50% раствором EXFLAM APP-201 можно отнести к трудновоспламеняемым материалам.

Полифосфаты аммония EXFLAM APP-202 и ANTIFLAME APP-3 не эффективны для снижения горючести полимерных волокнистых материалов, как целлюлозных, так и химических синтетических. Кислородный индекс материалов обработанных этими веществами возрастает лишь до 24-26%, что недостаточно.

Однако полученный огнезащитный эффект носит поверхностный характер, и после 5 стирок привес замедлителей горения на тканях снизился практически до нуля. Поэтому в дальнейшем материалы пропитанные растворами антипиренов подвергали термической обработки при температуре  $105\pm 5$  °C в течение 5 и 10 мин.

Установлено, что привес замедлителей горения на тканях практически не изменился, незначительное возрастание привеса ЗГ находится в пределах ошибки эксперимента. Однако после 5 стирок при температуре 40-45 °C содержание замедлителей горения на всех тканях, модифицированных EXFLAM APP-201, снижается незначительно на 8-20%. Содержание антипиренов EXFLAM APP-202 и ANTIFLAME APP-3 снижается на 30-40%. Следовательно, можно утверждать, что термообработка способствует взаимодействию замедлителей горения с волокнообразующим полимером исследуемых текстильных материалов. При этом кислородный индекс тканей, модифицированных антипиреном APP-201 с последующей термообработкой при  $105\pm 5$  °C, после 5 стирок снижается незначительно, на 1-1,5% (рис. 1).

При горении в условиях кислородного индекса ниточная структура хлопчатобумажной ткани сохраняется, а волокна обугливаются.

Установлено, что антипирен EXFLAM APP-201 незначительно снижает жесткость тканей и повышает прочность и удлинение при разрыве, и устойчивость к истиранию по плоскости. Следовательно, APP-201 является пластификатором исследуемых тканей.

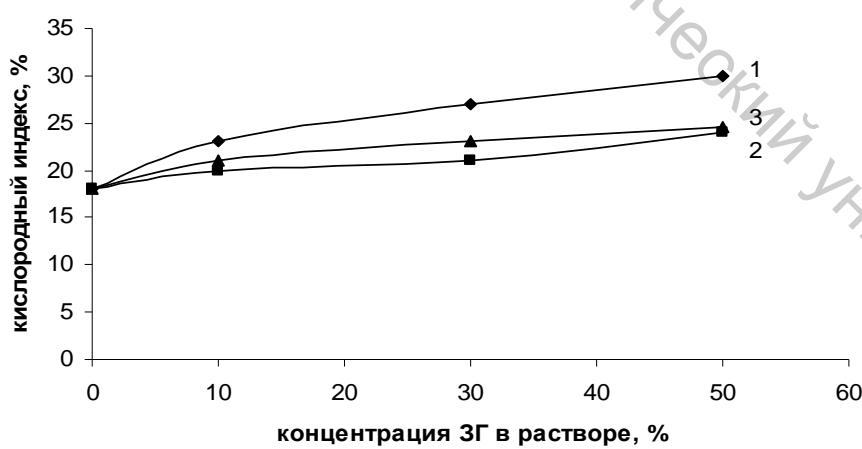


Рисунок 1 – Показатели горючести огнезащищенных с термообработкой хлопчатобумажных тканей после 5 стирок, модифицированных: 1 – APP-201; 2 – APP-202; 3 – APP-3

Таким образом, в результате проведенных исследований установлено, что огнезащитная обработка полифосфатом аммония EXFLAM APP-201 позволяет получать трудновоспламеняемые материалы с высокими физико-механическими свойствами, которые отвечают требованиям по показателям огнезащиты.

Список использованных источников

1. Бычкова, Е.В. Огнезащищенные вискозные волокнистые материалы / Бычкова Е.В., Панова Л.Г. // Химические волокна. 2016. № 3. С. 41.
2. Бесшапошникова, В.И. Огнезащитная модификация синтетических материалов под воздействием лазерного излучения / Бесшапошникова В.И., Артеменко С.Е., Панова Л.Г., Куликова Т.В., Гришина О.А., Штейнле В.А., Загоруйко М.В. // Химические волокна. 2008. № 1. С. 48-51.
3. Бесшапошникова, В.И. Исследование воспламеняемости текстильных материалов / Бесшапошникова В.И., Загоруйко М.В., Александрова Т.В., Сладков О.М., Пулина К.И. // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2013. № 5 (347). С. 11-13.
4. Бесшапошникова, В.И. Огнезащитная модификация поликарбонитрильных волокнистых материалов // Известия высших учебных заведений. Серия: Химия и химическая технология. 2013. Т. 56. № 1. С. 95-99.
5. Бесшапошникова, В.И. Особенности огнезащиты текстильных материалов под воздействием лазерного излучения // Химические волокна. 2012. № 2. С. 37.

УДК 677.01

**ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОДГОТОВКИ  
ВОЛОКНА ПОСРЕДСТВОМ ЦИКЛИЧЕСКОГО  
ПРОМИНА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ КОТОНИНА**

*Пашин Е.Л., проф., Орлова Е.Е., ст. преп.*

*Костромская государственная сельскохозяйственная академия,  
г. Кострома, Российская Федерация*

**Ключевые слова:** лен, знакопеременный скользящий изгиб, качество, котонин.

**Реферат.** При производстве экологически безопасного и конкурентоспособного текстиля значительное внимание уделяется технологиям получения из низкосортного льноволокна модифицированных по длине и толщине волокон - котонина, пригодных, например, для производства хлопковой пряжи. Для улучшения качества котонина не следует применять обработки, при которых происходит парцелярный распад волокон. Поэтому предложена новая система механических воздействий на технические волокнистые комплексы, основой которой является использование возрастающих по интенсивности знакопеременных и скользящих вдоль волокон при изгибе нагрузок, обеспечивающих относительные смещения элементарных волокон и их расцепления посредством сил трения и инерции, а также способствующих их очистке от нецеллюлозных примесей. В состав системы входит предварительная подготовка волокон в ленте посредством циклического промина и обработка на машине ММЛ. Установлено, что при предложенном варианте обработки улучшаются капиллярность, поглотительной способность и линейная плотность волокон.

В настоящее время уделяется значительное внимание технологиям получения из низкосортного льноволокна модифицированных по длине и толщине волокон, пригодных, например, для производства хлопковой пряжи [1].

Проведенный анализ особенностей исходного льняного сырья выявил высокую гетерогенность его свойств, обусловленную не только различиями структуры по длине волокон [2], но и по диаметру, используемых для их получения стеблей, степени их биологической спелости и вылежки [3]. Указанная особенность льняного сырья существенно снижает эффективность переработки льна.

В этой связи предложена новая система получения котонизированного волокна, основой которой является замена поперечной резки волокон и (или) кардочесальных воздействий постепенно возрастающими знакопеременными скользящими вдоль волокнистых комплексов нагрузками. Это исключает ухудшение качества волокон посредством образования на них вздутий и пережабин и, как следствие, их парцелярный распад [3, 4]. К числу таких нежелательных воздействий следует отнести поперечные локальные деформации, провоцирующие значительные контактные напряжения, которые, например, имеют место при пред-