

ВЛИЯНИЕ ОГНЕЗАЩИТНОЙ МОДИФИКАЦИИ НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА ТКАНЕЙ

**Бесшапошникова В.И.¹, проф., Микрюкова О.Н.¹, асп, Штейнле В.А.², асп.,
Иванова С.Н.¹, маг., Лебедева Т.С.¹, маг., Горошко А.В.¹, студ.,
Рудой А.С.¹, студ., Звягинцева И.О.¹, студ.**

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

²Саратовский государственный технический университет им. Ю.А. Гагарина,
г. Саратов, Российская Федерация

Реферат. В результате исследований определены оптимальные параметры модификации фосфоразотсодержащим замедлителем горения афламмитом KWB, обеспечивающие устойчивый к мокрым обработкам огнезащитный эффект хлопчатобумажной ткани. Установлен механизм взаимодействия и изучено влияние модификации на процесс пиролиза целлюлозных материалов. Определено, что модификация незначительно на 6–10 % снижает прочность ткани.

Ключевые слова: огнезащитная модификация, процесс пиролиза, механизм взаимодействия, показатель воспламеняемости, прочностные свойства, устойчивость к стиркам.

Текстильные материалы легко воспламеняются и являются причиной пожаров, поэтому снижение их горючести является актуальной проблемой. Горение волокнообразующих полимеров представляет собой сложный физико-химический процесс, включающий в себя как химические реакции деструкции, сшивания и карбонизации полимера в конденсированной фазе, превращения и окисления газовых продуктов, так и физические процессы интенсивной тепло- и массопередачи. Для подавления горения необходимо создать условия, способствующие разрыву цикла процесса горения в конденсированной и газовой фазах. С этой задачей успешно справляются замедлители горения, введение которых в волокнообразующий полимер является наиболее эффективным методом снижения горючести для большинства текстильных материалов [1–4]. Однако несмотря на большое число проводимых научных исследований, проблема снижения горючести, дымообразования и токсичности продуктов горения и пиролиза волокнообразующих полимеров полностью не решена. Поэтому снижение горючести текстильных материалов является актуальной проблемой.

Для решения данной проблемы в работе использовали фосфоразотсодержащий замедлитель горения афламмит KWB (диалкилфосфонопропиониламид-N-метил) (Германия). В качестве текстильного материала выбрана суровая хлопчатобумажная ткань арт. 210, поверхностной плотности 110 г/м², которая предварительно подверглась кипячению с целью удаления шлихты и улучшения смачиваемости. Приготовление модифицирующего раствора афламмита KWB осуществляли разбавление дистиллированной водой до требуемой концентрации замедлителя горения в пропиточном растворе. Катализатор – 70–75 % фосфорная кислота H₃PO₄. Сшивающий агент – Квекодур DM 70 на основе меламиноформальдегидной смолы, который включает конденсацию карбамида и формальдегида в соотношении 1:(1,6–1,8) при pH 8,3. После модификации избыток антипирена и удаление остатков фосфорной кислоты осуществляли промывкой ткани в холодной воде с последующей окончательной сушкой.

Показатели горючести и физико-механические свойства определяли по стандартным методикам. Ранее проведенными исследованиями [5–7], методом полного многофакторного эксперимента, были определены оптимальные параметры процесса модификации ткани раствором Афламмита KWB: концентрация Афламмит KWB в растворе – 20 %; температура раствора – 95±2 °С, продолжительность обработки – 340±5 сек. Установлено, что при таких условиях модификации кислородный индекс возрастает с 18 до 34–36 % об (рис. 1, кр. 1).

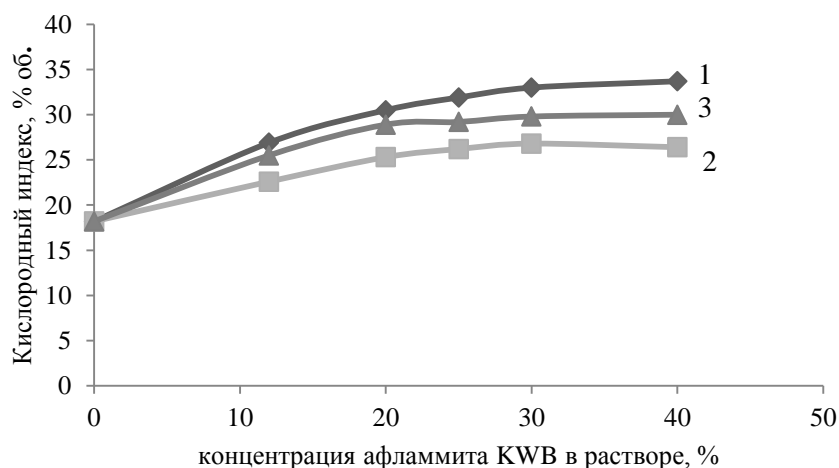


Рисунок 1 – Зависимость кислородного индекса от концентрации афламмита KWB в растворе: 1 – до стирки; 2 – после стирки; 3 – модифицированные и обработанные 10 % DM 70 – после стирки

Однако полученный огнезащитный эффект не устойчив к многократным стиркам и после 10 стирок кислородный индекс на всех образцах не превышал 26,8 % об. (рис. 1, кр. 2). Поэтому образцы ХБ ткани после модификации афламмитом KWB обрабатывали 10 % раствором сшивающего агента Квекодур DM 70, с последующей сушкой и термообработкой. Полученные образцы после многократной стирки характеризуются высоким показателем кислородного индекса 29–30 % об., что свидетельствует о возможном химическом взаимодействии замедлителя горения с волокнообразующим полимером.

Исследование природы взаимодействия замедлителя горения с целлюлозой, волокнообразующим полимером хлопчатобумажной ткани, проводили методом инфракрасной спектроскопии (ИКС) (рис. 2).

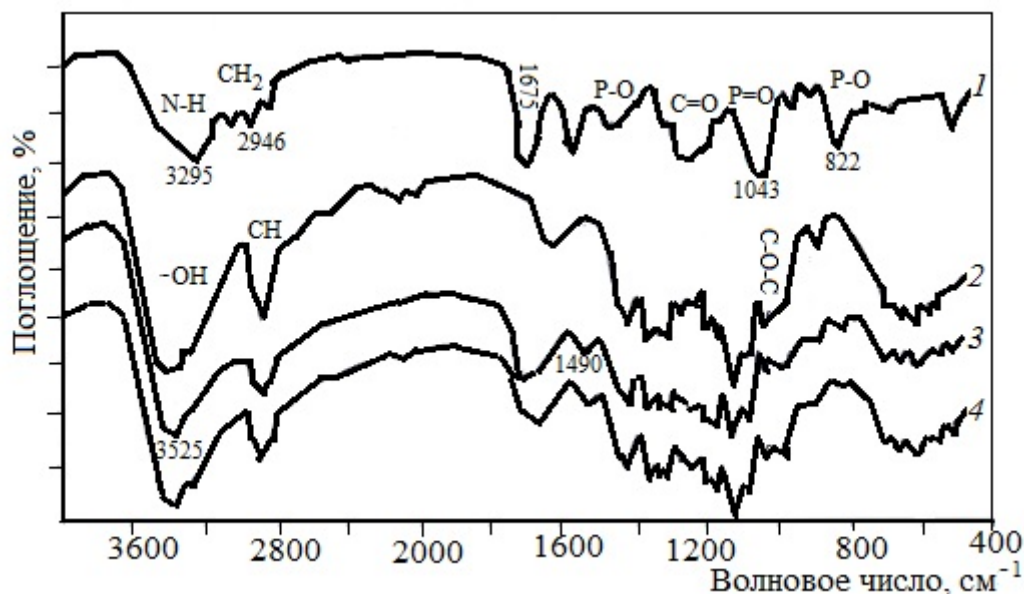


Рисунок 2 – Данные ИКС: 1 – афламмит KWB, 2 – исходная х/б ткань; 3 – ОЗТ 20 % р-р афламмит KWB, термообработанная 150 °С, 5 мин, до стирки; 4 – образец №3 после стирки

В ИК спектрах образца, модифицированного афламмитом KWB, значительно уменьшается интенсивность и площадь полос в области 3525 см^{-1} , соответствует колебания валентных связей OH групп целлюлозы (кр. 2 и 3), что может быть обусловлено взаимодействием афламмита KWB замещением гидроксильной группы целлюлозы. Кроме того, в структуре модифицированной ткани (кр. 3) присутствуют полосы в области 1490 и 822 см^{-1} , характерные для афламмита KWB, свидетельствующие о присутствии фосфора в молекуле модифицированной целлюлозы.

По данным термогравиметрического анализа (ТГА) при пиролизе целлюлозной ткани огнезащитной афламмитом KWB снижается температура начала основной стадии деструкции на 100–120 °С. Процесс деструкции протекает с меньшей скоростью и меньшими (на 33–35 %) потерями массы, по сравнению с исходным образцом. Модификация способствует увеличению выхода коксового остатка, так при 500 °С для исходной ХБ ткани потери массы составили 100%, в то время как для модифицированной 49–65 % (табл. 1).

Таблица 1 – Влияние условий модификации на процесс пиролиза огнезащитной хлопчатобумажной ткани (по данным ТГ)

№ образца	Содержание замедлителя горения в хлопчатобумажной ткани арт. 210, % масс	Потери массы, %, при температуре, °С								
		200	300	400	500	600	700	800	900	1000
1	ХБ ткань исходная	3,9	7,0	85,0	100	100	100	100	100	100
2	19,5 % афламмита KWB (из 10 % раствор)	5	42	52	65	80	87	92	94	94
3	27 % афламмита KWB (из 20 % раствор)	8	40	46	49	58	65	75	85	87
4	29,8% афламмита KWB (из 30 % раствор)	7,5	30	48	54	64	73	82,5	87,3	87,3
5	28,5 % афламмита KWB (из 20 % раствор KWB+ 10 % DM 70)	5	12	48	57,5	69	83,5	90	95	95

Все это свидетельствует об ингибирующем влиянии модификации на процесс пиролиза, которое способствует усилению процессов структурирования и карбонизации.

Таким образом, в результате проведенных исследований определены оптимальные параметры модификации, обеспечивающие устойчивый к мокрым обработкам огнезащитный эффект хлопчатобумажной ткани. Установлен механизм взаимодействия и изучено влияние модификации на процесс пиролиза целлюлозных материалов. Определено, что модификация незначительно на 6–10 % снижает прочность ткани.

Список использованных источников

1. Перепелкин, К. Е. Принципы и методы модифицирования волокон и волокнистых материалов / К. Е. Перепелкин // Хим. волокна. – 2005. – №2. – С. 37-51.
2. Бесшапошникова В.И. Огнезащитная модификация синтетических материалов под воздействием лазерного излучения / В.И. Бесшапошникова, С.Е. Артеменко, Л.Г. Панова, Т.В. Куликова, В.А. Штейнле, М.В. Загоруйко // Хим. волокна, 2008. – № 1. – С. 48–51.
3. Бесшапошникова, В. И. Исследование воспламеняемости текстильных материалов / В. И. Бесшапошникова, Т. В.Александрова, М. В. Загоруйко, О. М. Сладков, К. И. Пулина // Известия ВУЗов. Технология текстильной промышленности. – № 5 (347). – 2013. – С. 11–13.
4. Besshaposhnikova, V. I. Features of fire-protection of textiles through the action of laser radiation // Fibre Chemistry, Vol. 44, №6, March, 2013, pp. 347–351.
5. Бесшапошникова, В. И. Влияние афламмита KWB на процесс пиролиза и свойства целлюлозных тканей / В. И. Бесшапошникова, О. Н. Микрюкова, Л. С. Гальбрайт // Химические волокна. – 2017, №4. – С. 19–22.
6. Бесшапошникова, В. И. Огнезащита смесовых тканей системой фосфоразотсодержащих замедлителей горения / В. И. Бесшапошникова, О. Н. Микрюкова, М. В. Загоруйко, В. А. Штейнле // Журнал Вестник технологического университета. – 2017. – Т. 20, № 22. – С. 69-73.
7. Бесшапошникова, В. И. Планирование и организация эксперимента в легкой промышленности: учебное пособие / В. И. Бесшапошникова. – М. : ИНФРА-М, 2016. – 226 с.