

ОГНЕЗАЩИТНАЯ МОДИФИКАЦИЯ СИНТЕТИЧЕСКИХ ВОЛОКНИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ

*В.И. БЕСШАПОШНИКОВА, Т.В. КУЛИКОВА, О.А. ГРИШИНА, Т.Г. НИКИТИНА,
С.Е. АРТЕМЕНКО, Л.Г. ПАНОВА*

(Энгельсский технологический институт (филиал)
Саратовского государственного технического университета)

В настоящее время текстильные материалы широко используются не только в производстве одежды, но также для оформления интерьера общественных зданий и транспорта, для изготовления спецодежды и туристических палаток, утеплителей и обивки мебели и для других целей.

В зависимости от назначения к текстильным материалам предъявляются требования по пожарной безопасности: кислородный индекс должен быть не менее 27% объем; устойчивость к воздействию теплового потока 5 кВт/м^2 не менее 200 с; остаточное горение и тление должно быть не более 2с; уменьшения линейных размеров не более чем на 10 % и другие [1], [2]. При этом материалы должны быть прочными, износостойкими и обладать дополнительно комплексом других свойств, например, водонепроницаемостью.

Традиционные многотоннажные волокнистые материалы характеризуются низким показателем кислородного индекса, менее 21% объем, легкой воспламеняе-

мостью и повышенной скоростью распространения пламени.

Известно [3...5], что для снижения горючести синтетических материалов эффективными являются фосфоразотсодержащие замедлители горения. Однако их использование зачастую приводит к ухудшению физико-механических и гигиенических свойств текстильных материалов. В связи с этим поиск эффективных замедлителей горения, обеспечивающих материалам пониженную горючесть и высокие показатели свойств, является актуальной задачей.

Вследствие этого нами исследовалась возможность применения в качестве замедлителя горения (ЗГ) синтетических материалов диметилметилфосфоната (ДММР) формулы $(\text{CH}_3\text{O})_2\text{POCH}_3$, содержащего 25 % фосфора, хорошо растворимого в воде.

Модификацию полиамидных (ПА), полиэфирных (ПЭ) и полиакрилонитрильных (ПАН) текстильных материалов в виде волокон и нетканых полотен осуществляли

водным раствором ДММР с последующей сушкой и термообработкой при температуре $80 \pm 2^\circ\text{C}$. Концентрацию ДММР изменяли от 3 до 50% масс, модуль ванны 10, температура модифицирующего раствора $20 \pm 2^\circ\text{C}$, продолжительность процесса модификации 120 с.

Модифицированные образцы испытывали на определение показателей горючести, физико-механических и эксплуатационных свойств по стандартным методикам.

Для определения способности синтетических материалов сорбировать исследуемый ЗГ из пропиточных растворов весовым методом определили его содержание в волокне.

Установлено, рис. 1, где масса ДММР в волокне: 1 – ПАН; 2 – ПА; 3 – ПЭ, что привес ЗГ на волокнах невысокий и при обработке 50%-ным раствором ДММР не превышает: на ПЭ – 3% масс, ПА – 2,5% масс и ПАН – 1,8% масс.

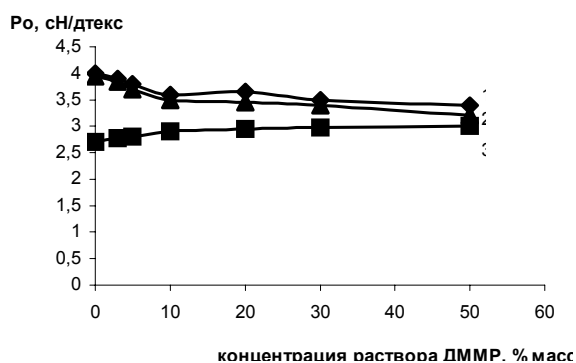


Рис. 2

Возрастание прочности ПАН волокна на 10%, может быть связано с изменением структуры волокна при модификации раствором ДММР, что подтверждается данными рентгеноструктурного анализа (рис. 3, где рентгенограммы волокон состава, % масс: 1 – ПА 100; 2 – ПА 97,5 + 2,5 ДММР; 3 – ПАН 98,2 + 1,8 ДММР; 4 – ПАН 100; 5 – ПЭ 100; 6 – ПЭ 97 + 3 ДММР).

Степень кристалличности модифицированного ПАН волокна возрастает с 39,9 до 53,8%. В то же время у модифицированных ПЭ и ПА волокон степень кристалличности снижается на 2,3 и 4,3% соответственно.

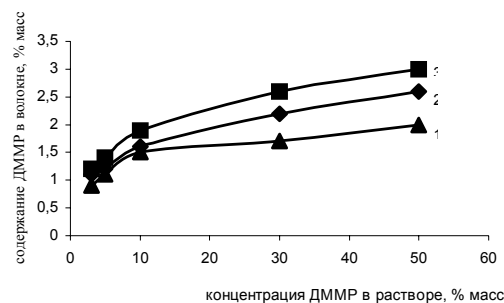


Рис. 1

Дальнейшее увеличение концентрации раствора ДММР нежелательно, так как приводит к снижению прочности волокон: ПЭ на 15% и ПА на 19%, по сравнению с немодифицированным волокном (рис. 2, где изменение прочности модифицированных волокон: 1 – ПЭ; 2 – ПА; 3 – ПАН в зависимости от концентрации ДММР).

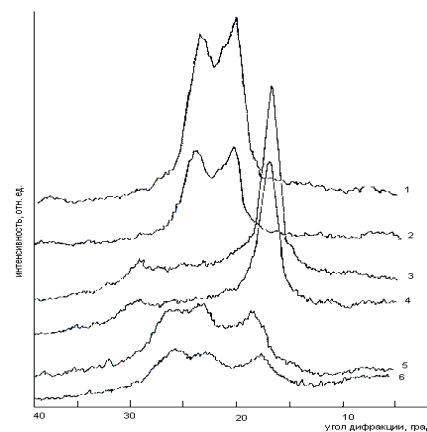


Рис. 3

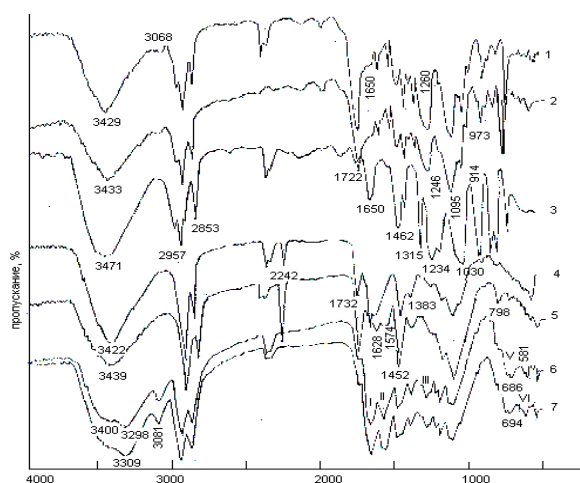


Рис. 4

Изменения в структуре и взаимодействии ДММР с волокнами изучали с помощью ИК-спектроскопии на приборе Spectord (рис. 4, где ИК-спектры образцов состава, % масс: 1 – ПЭ 97 + 3 ДММР; 2 – ПЭ 100; 3 – 100 ДММР; 4 – ПАН 100; 5 – ПАН 98,2 + 1,8 ДММР; 6 – ПА 100; 7 – ПА 97,5 + 2,5 ДММР).

Для ДММР характерными полосами поглощения являются 1030 см^{-1} , соответствующие валентным колебаниям связи $\text{P}=\text{O}$ в области $2853\text{--}2997$, 1462 и $823\text{--}914\text{ см}^{-1}$, полосы, характерные валентным и деформационным колебаниям связей CH_3 -групп.

В спектрах модифицированного ПЭ-волокна появляется полоса в области 1650 см^{-1} , соответствующая колебаниям $\text{P}-\text{O}$ – связи ДММР. Незначительно увеличивается интенсивность полосы 1504 см^{-1} , характерной колебаниям CH_2 -групп.

Полоса 1095 см^{-1} , указывающая на колебания кольца ПЭ волокна, смещается в область более высоких частот до 1099 см^{-1} , а также увеличивается интенсивность полосы 1018 см^{-1} за счет наложения спектра ДММР валентных колебаний $\text{P}=\text{O}$ связи.

В ИК-спектрах модифицированного ПА волокна наблюдаются изменения в интенсивности и положении максимума пиков амида V и амида VI. Полоса спектра 3298 см^{-1} , характерная колебаниям связи NH -групп, смещается в область больших волновых чисел 3308 см^{-1} .

В ИК-спектрах ПАН волокна модифицированного ДММР изменяется положение максимума полосы 3422 см^{-1} , она смещается в область больших волновых чисел и соответствует 3439 см^{-1} ; увеличивается интенсивность полосы колебаний связей $\text{C}\equiv\text{N}$ 2242 см^{-1} и полосы 1736 см^{-1} , соответствующей колебаниям связи $\text{C}=\text{O}$.

Полоса 1660 см^{-1} , характерная колебаниям связей группировки COO^- , значительно уменьшается и смещается в область меньших волновых чисел 1628 см^{-1} . Появляется полоса 1574 см^{-1} , отсутствующая в спектрах исходных образцов. Увеличивается интенсивность полосы 1452 см^{-1} , соответствующей колебаниям связей CH_2 групп.

Полоса 1383 см^{-1} становится более выраженной и смещается в область 1366 см^{-1} . Увеличивается площадь полосы 1088 см^{-1} , по-видимому, за счет наложения полосы 1030 см^{-1} колебания связи $\text{P}=\text{O}$ ДММР. Увеличивается интенсивность полос 798 и 720 см^{-1} , характерных ДММР.

Выявленные в спектрах изменения положения пиков и интенсивности полос поглощения, характерных для ПЭ, ПА и ПАН волокон при модификации раствором ДММР, свидетельствуют о влиянии модификатора на структуру волокон и о взаимодействии исследуемых объектов.

Выявленные изменения в структуре модифицированных волокон влияют не только на прочностные свойства волокон, но и на показатели горючести.

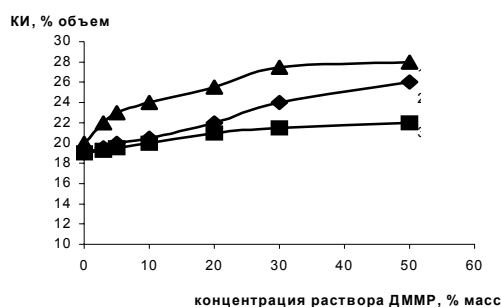


Рис. 5

Горючесть оценивали по показателю воспламеняемости полимеров кислородному индексу (КИ) (ГОСТ 12.1.044–89), – рис. 5, где представлена зависимость кислородного индекса от концентрации раствора ДММР и природы волокон: 1 – ПЭ; 2 – ПА; 3 – ПАН.

Установлено возрастание КИ волокнистых материалов, модифицированных ДММР: ПЭ с 20 до 27,5–28% объем, ПА с 18 до 24–26% объем и ПАН с 18 до 21,5–22% объем.

Таким образом, результаты исследований показали высокую эффективность использования ДММР для снижения горючести ПЭ волокон. КИ превышает 27%, что позволяет отнести огнезащищенные ПЭ материалы в категорию трудногорючих полимеров.

ЛИТЕРАТУРА

1. Специальная защитная одежда пожарных изолирующего типа. Общие технические требования. Методы испытания. НПБ 162-2002. – М., 2003.

2. Константинова Н.И., Зайцев А.А., Зубкова Н.С., Стрекалова Ю.В. // Текстильная промышленность. – 2002, №11. С. 34...37.

3. Зубкова Н.С., Бутылкина Н.Г., Гальбрайт Л.С. // Химические волокна. – 1999, № 4. С.17...21.

4. Асеева Р.М., Заиков Г.Е. Горение полимерных материалов. – М.: Наука, 1981.

5. Кузнецова О.Г., Зубкова Н.С., Бутылкина Н.Г., Свистунов В.С., Нагановский Ю.К. // Химические волокна. – 2001, № 6. С. 25...26.

Рекомендована кафедрой технологии и конструирования швейных изделий. Поступила 30.06.05.