

УДК 331.436

*Коровникова Н.И., канд. хим. наук, доцент кафедры УГЗУ,
Олейник В.В., канд. техн. наук, доцент кафедры УГЗУ
Ковалева А.А., студентка НТУ «ХПИ»*

Снижение горючести синтетического волокна нитрон
(представлено)

Исследовано влияние фосфорсодержащего замедлителя горения метилфосфонамида на горючесть синтетического волокна нитрон. Полученные данные свидетельствуют о приобретении обработанных образцов нитрона свойств трудновоспламеняемого материала.

Ключевые слова: волокно нитрон, метилфосфонамид, горючесть синтетического волокна

Постановка проблемы. Синтетические волокна относятся к категории горючих [1]. Именно их возгорание часто является причиной пожаров: волокна легко воспламеняются, способствуют распространению пламени, а при горении выделяют огромное количество газов и дыма [2-5]. В таких условиях пожары приводят к огромным материальным ущербам и к потерям человеческих жизней. В связи с этим проблема придания огнезащитных свойств синтетическим волокнам в последние годы приобрела все большую актуальность. Особенно важны вопросы, связанные с созданием огнезащищенных волокон и текстильных материалов, используемых для изготовления спецодежды, обивочных материалов и др. [1,6]. Для решения указанной проблемы необходимы интенсивные исследования в области создания огнезащитных композиций: разработка и создание новых веществ, снижающих горючесть синтетических волокон, - антипиренов. В связи с этим снижение горючести синтетических волокон являются важной научной и практической задачей.

Анализ последних достижений и публикаций. Литературные данные свидетельствуют об интенсивных исследованиях в области снижения горючести синтетических волокон [1-3,6], в том числе полиакрилонитрильных [3,5]. Горючесть полиакрилонитрильных волокон обусловлена выделением при их термоокислительной деструкции горючих продуктов (водород, цианистый водород, акрилонитрил и др. [4,5]). При этом в молекулярной цепи формируются циклические структуры, образующие при горении карбонизованный остаток. Замедлители горения должны изменять процесс термоокислительного разложения полимерных материалов, взаимодействуя с полимерной матрицей, снижая температуру

максимального разложения, скорость разложения полимерного материала. Все это приводит к замедлению процесса термоокислительного разложения и снижению количества выделяющихся газообразных соединений, в том числе окисляющихся с высокой скоростью и с выделением большого количества тепла [6]. Таким образом, для снижения горючести волокна необходимо инициировать процессы циклизации, обеспечивая снижение выхода летучих горючих продуктов в газах пиролиза [1,7].

Наиболее эффективными замедлителями горения являются фосфорсодержащие соединения, действие которых в процессе термоокислительного разложения волокна проявляется в основном в конденсированной фазе [6]. Выбор замедлителей горения обусловлен наличием в их составе атомов азота и фосфора, а также тем, что они разлагаются с эндотермическим эффектом в температурном интервале основной стадии деструкции волокна. Используются замедлители горения различного состава – неорганические и органические вещества, среди них преобладают галоген- и фосфорсодержащие соединения [1,6]. При этом выбор веществ, снижающих горючесть синтетических волокон, представляет трудность, а эффективных замедлителей горения для указанных целей явно недостаточно [6].

Так, работы авторов [8] свидетельствуют о фактах, усложняющих снижение горючести полиакрилонитрильных волокон вследствие особенности их химического строения: сильных энергий межмолекулярного взаимодействия в цепи полимера, малого количества функциональных групп, гидрофобности [9]. Поэтому разработка методов снижения горючести полиакрилонитрильных волокон имеет большую практическую значимость, а данное исследование является актуальным.

Постановка задачи и ее решение.

В данной работе экспериментально проведено исследование снижения горючести полиакрилонитрильного промышленного волокна нитрон, представляющего собой тройной сополимер акрилонитрила, метилметакрилата, итаконовой кислоты, содержащий ~92,5, ~6,0, ~1,5-2,0 % сомономерных звеньев соответственно [9], за счет его модификации в 20-40 % водном растворе метилфосфонамида (МФА). Для фиксации последнего в опытах использовали 0,1-0,2 н растворы фосфорной кислоты. Эксперимент по уменьшению горючести волокна нитрон включал следующие стадии: пропитку навески 0,3-0,5 г исходного волокна водным раствором антипирена при различных соотношениях компонентов, обработку образцов 0,1-0,2 н раствором фосфорной кислоты ($T=293K$), дальнейшую обработку образцов нитрона при температурах 342-353K, промывку водой и сушку до постоянной массы.

В результате предварительных исследований сорбции метилфосфонамида волокном были установлены оптимальные концентрации компонентов и времени контакта нитрона и растворов для проведения модификации (табл.1). При этом учтены расчеты необходимого количества антипирена в пересчете на количество атомов фосфора и азота. Это обеспечивает оптимальное влияние на процесс термоокисления нитрона, который был проведен нами ранее [4].

Кислородный индекс (КИ) образцов волокна до и после обработки антипиреном определяли согласно ГОСТ 12.1.044-89. О снижении горючести исходного волокна нитрон свидетельствуют данные показателя воспламеняемости волокна – его КИ (Табл.1). Погрешность определения значений КИ для образцов волокон до и после обработки антипиреном находилась в пределах значений $\pm(0,07-0,1)$ и в среднем составляла $\pm 0,1$.

Таблица 1
Влияние условий обработки волокна нитрон антипиреном на значения КИ образцов

№ опыта	Концентрация МФА, об %	Навеска волокна, г	Время обработки, с	Концентрация раствора фосфорной кислоты, моль/л	КИ, об. %	
					до обработки	после обработки
1	20	0,3	60	0,3	19,8	25,5
2	30	0,5	60	0,4	19,7	26,1
3	40	0,6	30	0,6	19,8	24,3

Как видно из табл. 1 в результате варьирования соотношения концентраций МФА, навески нитрона, времени обработки и концентрации водного раствора фосфорной кислоты мы добились увеличения значений КИ с 19,7 до 26,1 (2 опыт). Таким образом, полученные нами результаты повышения огнезащиты волокна нитрон не противоречат данным авторов [1], считающих, что модификация нитрона при обработке антипиреном придает ему свойства трудновоспламеняемого материала.

Для выяснения характера взаимодействия антипирена с нитроном были сняты ИК-спектры образцов волокон до и после их обработки антипиреном. Навески волокна тщательно растирали в агатовой ступке, прессовали в виде таблеток с КВг и ИК-спектры записывали на спектрофотометре Specord M80. Примеры полученных ИК-спектров приведены на рис.1. Они свидетельствуют о существенном

уменьшении характерных полос колебаний связи C=O (1730 см^{-1}) и появлении полосы колебания группы C-O-C [10]. В ИК-спектрах образцов нитрона после обработки антипиреном и промывки наблюдаются пики валентных колебаний групп метилфосфонамида: P=O (1250 см^{-1}), P-O-C ($\sim 1320\text{ см}^{-1}$). Полоса поглощения $3600\text{-}3200\text{ см}^{-1}$

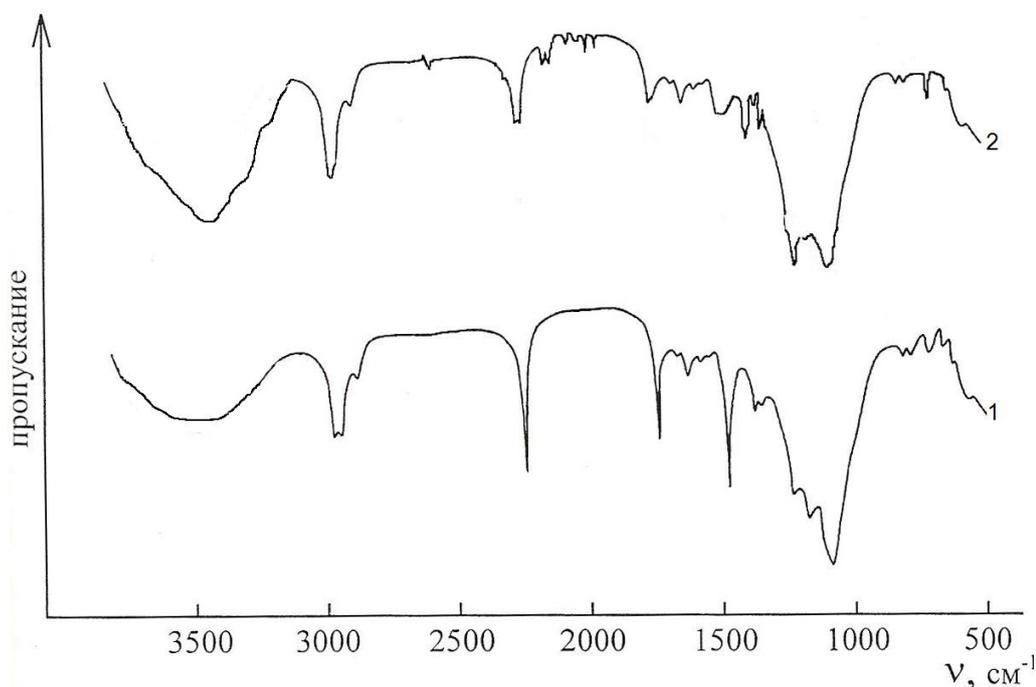


Рис.1 ИК-спектры нитрона: 1- исходное волокно нитрон, 2 – волокно, обработанное метилфосфонамидом (условия 2 опыта)

характеризует валентные колебания несвязанных OH групп исходного волокна [10]. При этом в ИК спектрах модифицированного нитрона проявляется уширение полосы при более низких частотах, что, вероятно, является результатом образованием связанной OH группы, образовавшейся в результате химического взаимодействия метилфосфонамида с волокном.

Выводы. 1. Экспериментально определены оптимальные условия модификации водным раствором метилфосфонамида синтетического волокна нитрон с целью снижения его горючести.

2. Введение антипирена метилфосфонамида повышает кислородный индекс образцов волокна с 19,7 до 26,1 об. %, придавая ему свойства трудновоспламеняемого материала.

3. Данные ИК-спектроскопии исходных и обработанных антипиреном образцов нитрона свидетельствуют о химическом взаимодействии метилфосфонамида с волокном.

ЛИТЕРАТУРА

1. Берлин А.А. Горение полимеров и полимерные материалы пониженной горючести // Соровский Образовательный журнала. - 1996. - №4. - С 16–24.
2. Демидов П.Г., Шандыба В.А., Щеглов П.П. Горение и свойства горючих веществ. - М.: Химия, 1973. - 248 с.
3. Баратов А.Н., Константинова Н.И., Молчадский И.С. Пожарная опасность текстильных материалов. - М.: Стройиздат, 2006. - 256 с.
4. Коровникова Н.И., Олейник В.В. Вплив термічної обробки поліакрилонітрильного волокна на склад продуктів перетворення // Проблемы пожарной безопасности. – Харьков: УГЗУ, 2008. – Вып. 24. С. 75-78.
5. Варшавский В.Я. Химические превращения при высокотемпературной обработке полиакрилонитрильной нити // Химические волокна. - 1996. - №6. - С. 18–23.
6. Зубкова Н.С. Методы снижения горючести полимерных волокнистых материалов // Полимерные материалы XXI века. - М.: МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2007. - С. 43–75. 18.
7. Зубкова Н.С. Антонов Ю.С. Снижение горючести текстильных материалов – решение экологических и социально-экономических проблем // Российский хим. Журнал. – Т. XLVI. – 2002. - №1. – С. 96-103.
8. Щербини Н.А., Бычкова Е.В., Панова Л.Г. Модификация полиакрилонитрильного волокна с целью снижения горения // Хим. волокна. – 2008. - № 6. – С. 17-19.
9. Коровникова Н.И. Протолитические и комплексообразующие свойства волокнистых комплекситов в смесях вода-диоксан: Дис.... канд. хим. наук. Харьков: Харьк. нац. ун-т, 2002.
10. Беллами Л. Инфракрасные спектры молекул: Пер. с англ. – М.: Изд-во иностр. лит., 1957. – 444 с.

Коровникова Н.И., Олійник В.В.

Зниження горючості синтетичного волокна нітрон

Досліджено вплив фосфоровміщуючого уповільнювача горіння метилфосфонамід на горючість синтетичного волокна нітрон. Отримані данні свідчать про набуття оброблених зразків нітрону властивостей важкоспалахуючого матеріалу.

Ключові слова: нітрон, метилфосфонамід, горючість синтетичного волокна

Korovnikova N.I., Oliynik V.V.

The reduce of combustibility of synthetic fibre nitron

The influence phosphorous-containing of delay mechanism combustions methylphosphonamide on combustibility synthetic fibre nitron has been explored. The got data are indicative about aquisition processed of the sample of nitron characteristic as hardly ignite material.

Keywords: fiber nitron, methylphosphonamide, combustibility of synthetic fiber.