

УДК 331.436

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

## **СНИЖЕНИЕ ГОРЮЧЕСТИ СИНТЕТИЧЕСКОГО ВОЛОКНА НИТРОН**

(представлено д-ром хим. наук В.Д. Калугиным)

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 замед-

лению 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 про-

ведения 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 KBr 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 ( $1730 \text{ см}^{-1}$ ) и появлении полосы колебания группы C-O-C [10]. В ИК-спектрах образцов нитрона после обработки антипиреном и промывки наблюдаются в пики валентных колебаний групп метилфосфоамида: P=O ( $1250 \text{ см}^{-1}$ ), P-O-C ( $\sim 1320 \text{ см}^{-1}$ ). Полоса поглощения  $3600-3200 \text{ см}^{-1}$  характеризует валентные колебания несвязанных ОН групп исходного волокна [10].

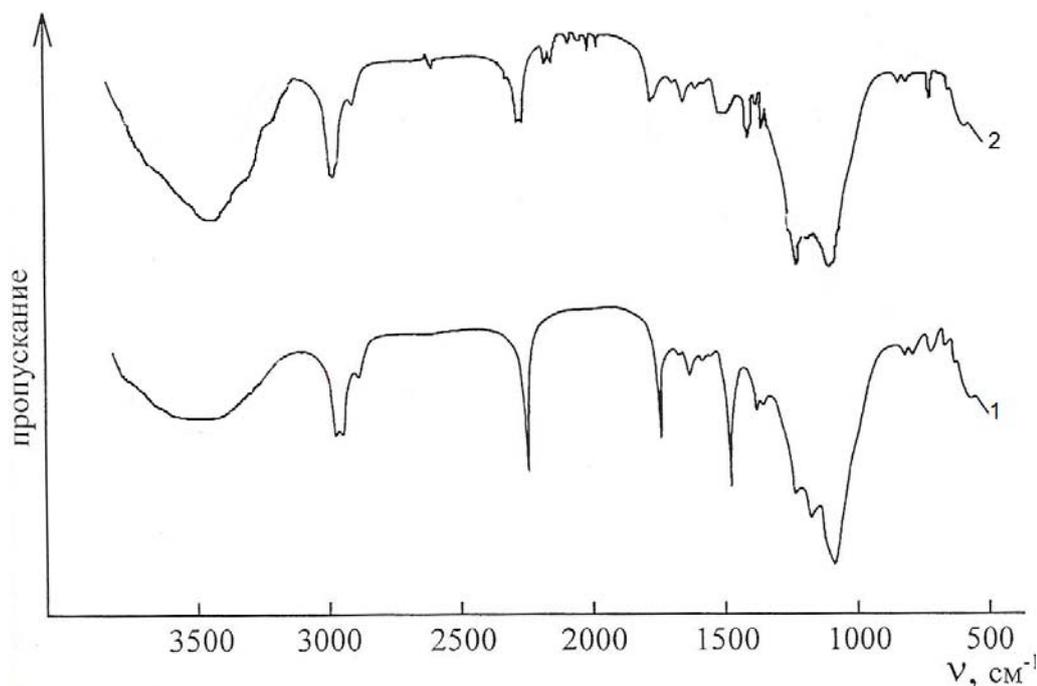


Рис.1 – ИК-спектры нитрона: 1- исходное волокно нитрон, 2 – волокно, обработанное метилфосфономидом (условия 2 опыта)

При этом в ИК спектрах модифицированного нитрона проявляется уширение полосы при более низких частотах, что, вероятно, является результатом образованием связанной ОН группы, образовавшейся в результате химического взаимодействия метилфосфоамида с волокном.

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

2. Введение антипирена метилфосфоамида 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 метилфосфоамида с волокном.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Берлин А.А. Горение полимеров и полимерные материалы пониженной горючести // Соревский 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.

nuczu.edu.ua

N.I. Korovnikova, V.V. Oliynik, A.A. Kovaleva

**Зниження горючості синтетичного волокна нітрон.**

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

**Ключові слова:** нітрон, метилфосфонамід, горючість синтетичного волокна.

N.I. Korovnikova, V.V. Oliynik, A.A. Kovaleva

**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. Findings testify about aquisition processed of the sample of nitron characteristic as hardly ignite material.

**Key terms:** fiber, nitron, methylphosphonamide, combustibility of synthetic fiber.