



УДК 677.4

**НОВЫЕ ПРОПИТОЧНЫЕ ОГНЕЗАЩИТНЫЕ СОСТАВЫ НА ОСНОВЕ ФОСФОРБОРСОДЕРЖАЩЕГО ОЛИГОМЕРА И ПОЛИАКРИЛАМИДА****Гоношилов Д.Г., Каблов В.Ф., Кейбал Н.А., Бондаренко С.Н.***Волжский политехнический институт (филиал) ГОУ ВПО «Волгоградский государственный технический университет», Волжский, e-mail: astra@volpi.ru*

Статья посвящена разработке огнезащитных составов на основе фосфорборсодержащего олигомера и полиакриламида. Представлены рецептуры пропиточных составов, определено их влияние на такие физико-механические показатели, как разрывная нагрузка, относительное удлинение, адгезия к резине на основе SKI-3, горючесть. В статье описаны модификация поликапроамидных нитей огнезащитным составом, механизмы повышения прочности, огнестойкости и адгезионных показателей. В заключение сделан вывод о возможности использования данных составов для создания трудногорючих текстильных материалов и резинокордных композитов.

**Ключевые слова:** фосфорборсодержащие соединения, полиакриламид, поликапроамидные нити, огнестойкость, горючесть

**NEW IMPREGNATING FIRE PROTECTIVE COMPOUNDS BASED ON PHOSPHORUS BORON CONTAINING OLIGOMER AND POLYACRYLAMIDE****Gonoshilov D.G., Kablov V.F., Keibal N.A., Bondarenko S.N.***Volzhsky Polytechnical Institute (branch of) Volgograd State Technical University, Volzhsky, e-mail: astra@volpi.ru*

The article is devoted to the development of fire protective compounds based on phosphorus boron containing oligomer and polyacrylamide. The impregnating compounds formulations are shown and an effect of these compounds on physical and mechanical characteristics, such as breaking load, elongation, adhesion to the rubber based on SKI-3 and combustibility, is determined. The article describes modification of polycapramide fibers with the fire protective compound, mechanisms of strength enhancement, fire resistance and adhesive characteristics. In conclusion it is said about a possibility of using these compounds for creation of hard-combustible textile materials and rubber-cord composites

**Keywords:** phosphorus boron containing compounds, polyacrylamide, polyamide fibers, fire-resistance, combustibility

Основную часть технического текстиля, в первую очередь нетканые материалы и кордные ткани, изготавливают из химических (полиэфирных, полиамидных и других) волокон и нитей. Большинство выпускаемых промышленностью химических волокон и текстильных материалов легко воспламеняемы и горючи. Статистика показывает, что возгорание текстильных материалов является причиной все возрастающих количеств пожаров в жилых и общественных зданиях. Нити легко воспламеняются, быстро горят с выделением большого количества дыма и токсичных газообразных продуктов. Также эти материалы характеризуются таким недостатком, как каплепадение, что является дополнительным источником распространения пламени [1].

Указанную проблему можно решить путем обработки волокон и нитей замедлителями горения, в качестве которых обычно используют неорганические и органические соединения, содержащие в своем составе такие элементы, как галогены, фосфор, азот, бор, металлы и другие.

С целью устранения горючести полиамидных нитей нами были разработаны огнезащитные пропиточные составы для их поверхностной обработки на основе фос-

форборсодержащего олигомера (ФБО) и полиакриламида (АА).

Пропиточные составы представляют собой 30%-е водные растворы ФБО, нейтрализованные аммиаком до pH = 6–7. Акриламид вводился в количестве 40 и 45 масс. ч. на 100 масс. ч. раствора ФБО. В качестве инициатора полимеризации акриламида использовался персульфат натрия в количестве 0,05–0,2 масс. ч. Ранее ФБО использовался для снижения горючести целлюлозных материалов [2–3] и полиамидных нитей [4].

Объектом исследования являлся капроновый корд (nylon 6) (ТУ 6-13-5-99), марки 25 КНТС, 252 КНТС – 187 текс×1×2.

Пропитку поликапроамидных нитей проводили в течение 15 минут при нормальных условиях, после чего обработанные нити сушили до постоянной массы. Затем осуществляли их термостатирование в течение 30 минут при 150 °С.

Наибольший интерес представляют пропиточные составы, компоненты которых способны вступать в химическое взаимодействие с поликапроамидными нитями. В пропиточные составы на основе ФБО вводился акриламид, который способствует образованию защитной пленки на поверхности нити,

за счет инициирования персульфата натрия в различных соотношениях. На первой стадии идет инициирование полимеризации и образование активных центров. На второй стадии идет присоединение акриламида с образованием сшитых структур.

Фосфорилирование поликапроамида фосфорборсодержащим олигомером сопровождается образованием сшитых структур, что, по-видимому, свидетельствует об образовании поперечных связей в образцах модифицированных полиамидных нитей за счет возникновения нерастворимых комплексных соединений по атому бора, указанное приводит к потере растворимости полимера в воде.

Определение основных физико-механических показателей обработанных нитей проводилось по гостированным методикам.

Как видно из рис. 1 увеличение концентрации персульфата натрия приводит к увеличению прочности нитей с 24,0 кгс до 31,9 кгс.

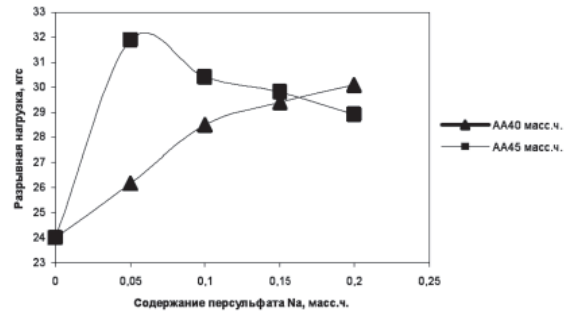


Рис. 1. Зависимость разрывной нагрузки нити от количества инициатора:

AA40 – содержание акриламида 40 масс.ч.,  
AA45 – содержание акриламида 45 масс.ч.

Увеличение прочности нити, по-видимому, связано с тем, что на поверхности мононитей идет «залечивание» микродефектов. Полиакриламид создает поверхностную пленку, защищающую нить, а также скрепляет между собой волокна в пучке. Схема упрочнения нити представлена на рис. 2.

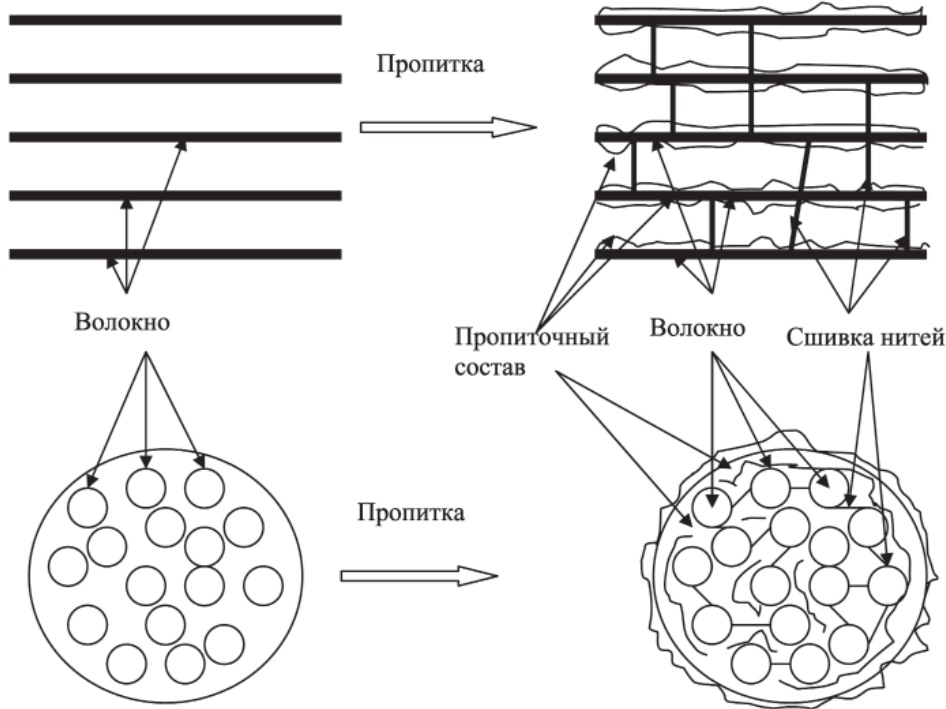


Рис. 2. Схема упрочнения нити

Как видно из рис. 3, наблюдается уменьшение относительного удлинения нити с 50 до 38 мм. Это связано с образованием сшитой прочной структуры на поверхности нити.

Важной характеристикой нитей после пропитки является привес, который, как видно из рис. 4, после обработки составил от 18 до 25%. Такое количество огнезащитного состава на нити значительно не изменяет технологические свойства нити.

Так как поликапроамидные нити широко используются в производстве резинокордных изделий, например транспортерных лент и рукавов, было исследовано изменение их прочности связи с резиной на основе полиизобутиленового каучука в зависимости от рецептуры пропиточного состава. Изучение влияния огнезащитных составов на адгезию полиамидных нитей к резине показало, что модифицированные нити обладают повышенными

адгезионными показателями. Как видно из рис. 5, идет увеличение прочности связи с 4,3 до 6,4 кгс, что связано с появлением новых

функциональных групп на поверхности нити, а следовательно, новых физических и химических связей.

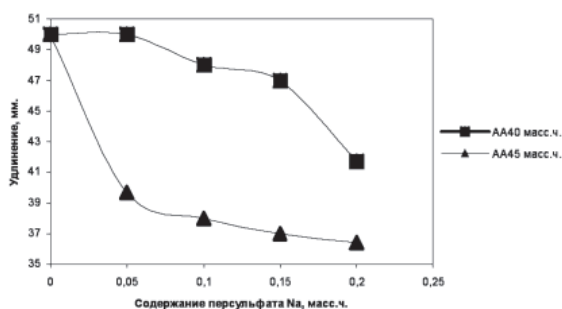


Рис. 3. Зависимость удлинения нити от количества инициатора:  
AA40 – содержание акриламида 40 масс.ч.,  
AA45 – содержание акриламида 45 масс.ч.

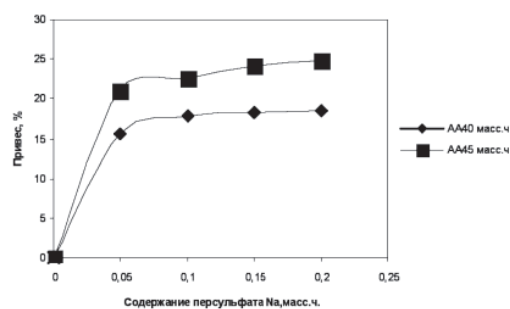


Рис. 4. Влияние количества инициатора в пропиточном составе на привес нити:  
AA40 – содержание акриламида 40 масс.ч.,  
AA45 – содержание акриламида 45 масс.ч.

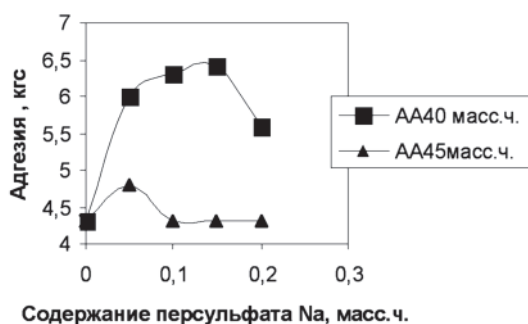


Рис. 5. Зависимости прочности связи нити с резиной на основе СКИ-3 от количества инициатора:  
AA40 – содержание акриламида 40 масс.ч.,  
AA45 – содержание акриламида 45 масс.ч.

Исследование модифицированных нитей на горение в соответствии с ОСТ 1 90094–79 «Полимерные материалы. Метод определения горючести» показало, что при воздействии на них источников открытого пламени и последующего его удаления про-

исходит их самозатухание в среднем через 2–5 с. Кроме того, модифицированные нити проявляют большую стойкость к термоокислительной деструкции, чем непропитанные нити. Результаты представлены в таблице.

Образующийся кокс играет роль теплоизолятора, т.е. уменьшает температуру в зоне реакции. Также при разложении ФБО выделяются полифосфорные и борные кислоты в виде пленки на поверхности нити, которые ограничивают доступ кислорода к источнику горения.

Таким образом, модификация полиамидных нитей разработанными огнезащитными пропиточными составами способствует увеличению не только их огнестойкости, но и прочности, адгезии к резине. Поэтому применение нитей, модифицированных составами на основе ФБО, целесообразно использовать в резино-технических и текстильных изделиях, подверженных действию повышенных температур и открытому пламени.

Стойкость полиамидной нити к термоокислительной деструкции

Количество акриламида, масс. ч.	Количество персульфата натрия масс. ч.	Огнестойкость (ОСТ 1 90094–79)	Время, мин		
			10	20	30
0	0	Горит	81,4	84,6	92,8
40	0,05	Самозатухает	48,3	57,0	79,0
40	0,10	Самозатухает	53,4	67,7	77,9
40	0,15	Самозатухает	47,8	60,2	74,7
40	0,20	Самозатухает	49,5	78,3	87,3
45	0,05	Самозатухает	48,2	73,5	78,7
45	0,10	Самозатухает	50,6	55,3	74,0
45	0,15	Самозатухает	52,5	69,7	87,5
45	0,20	Самозатухает	54,3	67,3	83,8

**Список литературы**

1. Зубкова Н.С., Антонов Ю.С. Снижение горючести текстильных материалов – решение экологических и социально-экономических проблем // Российский химический журнал (Журнал Российского химического общества имени Д.И. Менделеева). – 2002. – Т. XLVI, №1. – С. 96–102.

2. Способ получения модифицированных целлюлозных материалов: пат 2254341 Россия, С08В15/05 / И.Я. Шиповский, С.Н. Бондаренко, О.И. Тужиков, И.Ю. Горайнов, заявлено 29.12.2003, опубликовано 20.06.2005.

3. Синтез и применение фосфорборсодержащих олигомеров / С.Н. Бондаренко, С.Н. Каблов, Н.А. Кейбал, Т.В. Крекалева // Олигомеры 2009: материалы докладов 10 Международной конференции по химии и физикохимии олигомеров. – Волгоград, 2009 – С. 202.

4. Полиамидные волокна с улучшенным комплексом свойств / Н.А. Кейбал, С.Н. Бондаренко, Каблов В.Ф.,

Д.Г. Гоношилов // Химические волокна. – 2009. – №3. – С. 34–35.

**Рецензенты:**

Голованчиков А.Б., д.т.н., профессор кафедры «Процессы и аппараты химических производств» ГОУ ВПО «Волгоградский государственный технический университет», г. Волгоград;

Тужиков О.И., д.х.н., профессор кафедры «Технология высокомолекулярных и волокнистых материалов» ГОУ ВПО «Волгоградский государственный технический университет», г. Волгоград.

Работа поступила в редакцию 30.05.2011.