УДК 677.46

DOI: 10.35211/1990-5297-2020-5-240-99-102

*Н. А. Кейбал, В. Ф. Каблов, Д. С. Шиповская, Л. К. Бунеева***ПОВЫШЕНИЕ ТЕРМО- И ОГНЕСТОЙКОСТИ ХЛОПЧАТОБУМАЖНЫХ НИТЕЙ*****Волжский политехнический институт (филиал)
Волгоградского государственного технического университета
E-mail: keibal@mail.ru**

Представлены результаты исследований огнезащитных пропиточных составов на основе водного раствора поливинилового спирта и антипиренирующей добавки – бората метилфосфита. Доказана эффективность применения одностадийной обработки хлопчатобумажных нитей указанными пропиточными составами. Установлено, что разработанные пропиточные составы для хлопчатобумажных нитей показали высокую эффективность термо- и огнезащитного действия. Проведена оценка влияния рецептур разработанных пропиточных составов на водопоглощение и прочность хлопчатобумажных нитей.

Ключевые слова: хлопчатобумажная нить, огнестойкость, антипирен, поливиниловый спирт, пропиточный состав, борат метилфосфита.

Хлопчатобумажные волокна достаточно широко применяются во многих отраслях в виде тканей. Однако наряду с многочисленными достоинствами указанные волокна обладают повышенной пожарной опасностью.

В результате обработки эффективными средствами огнезащиты исключается возможность загорания текстильных материалов от малокалорийных источников зажигания, ограничивается распространение пламени по поверхности, снижается дымообразующая способность, токсичность продуктов терморазложения и тепловыделения.

Наиболее распространенным способом огнезащиты является поверхностная обработка или пропитка с применением замедлителей горения реакционного или аддитивного типа [1].

Значительная часть применяемых на сегодняшний день огнезащитных пропиточных составов для хлопчатобумажных нитей и тканей не могут сохранить первоначальные упругопрочностные свойства защищаемого материала. Поэтому поиск эффективных огнезащитных пропиточных составов, позволяющих сохранять удовлетворительные эксплуатационные свойства, остается актуальным и сегодня. Традиционными средствами огнезащиты для поверхностной или объемной обработки текстильных материалов являются фосфор-, азот- и галогенсодержащие соединения [2].

Ранее [3–4] был разработан способ огнезащиты целлюлозных материалов, заключающийся в обработке бумаги и хлопчатобумажной ткани поочередно растворами поливинилового спирта (ПВС), а затем растворами фосфорбор-

содержащего олигомера. Указанный способ позволял получить удовлетворительные огнезащитные свойства указанных материалов.

Основываясь на том, что поливиниловый спирт может вступать во взаимодействие с боратом метилфосфита (ФБО) в мягких условиях с образованием сшитых структур, авторами разработаны эффективные огнезащитные пропиточные составы на основе указанных соединений для хлопчатобумажных нитей.

Целью работы является оценка эффективности огнезащитного действия пропиточных составов на основе бората метилфосфита и поливинилового спирта для хлопчатобумажных нитей.

В ходе исследований были разработаны пропиточные составы, представляющие собой водные растворы поливинилового спирта, дополнительно содержащие антипиренирующую добавку – борат метилфосфита (ФБО). Рецептуры пропиточных составов представлены в табл. 1.

Образцы хлопчатобумажных нитей 50 текс х 5 (ОСТ 17-15-016-94) обрабатывались пропиточными составами в течение 15 минут с последующим отжимом и сушкой при нормальных условиях в течение 24 часов.

Для подтверждения термостабилизирующего действия пропиточных составов исследовалась стойкость обработанных хлопчатобумажных нитей к термоокислительной деструкции. Пиролиз проводился при температурах 400–500 °С в течение 30 минут. Стойкость к термоокислительной деструкции образцов оценивали по потере массы образцов, результаты испытаний приведены на рис. 1.

© Кейбал Н. А., Каблов В. Ф., Шиповская Д. С., Бунеева Л. К., 2020.

* Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Администрации Волгоградской области в рамках научного проекта № 19-43-340001 р-а «Научные основы создания нано-микроструктурированных адгезионных слоев и покрытий в композиционных полимерных материалах».

Таблица 1

**Рецептуры пропиточных составов на основе водного раствора
фосфорборсодержащего олигомера и поливинилового спирта**

Компоненты составов	Номер композиции			
	1	2	3	4
	Содержание компонентов, масс.ч			
ФБО	10,0	15,0	20,0	25,0
Вода	97,0	97,0	97,0	97,0
ПВС	3,0	3,0	3,0	3,0

Установлена стойкость обработанных хлопчатобумажных нитей к термоокислительной деструкции, что подтверждается снижением их потери массы в ходе пиролиза по сравнению с необработанной нитью с 80 % до 50 % при 400 °С и со 100 % до 70 % при 500 °С. Увеличение содержания ФБО в пропиточных со-

ставах приводит к увеличению коксового остатка в ходе термоокислительной деструкции и снижению горючести нитей. Образующийся вспененный слой играет роль теплоизолятора, т. е. уменьшает температуру в зоне реакции и ограничивает поступление кислорода к источнику горения.

Рис. 1. Влияние рецептуры пропиточных составов на стойкость к термоокислительной деструкции образцов хлопчатобумажной нити (время пиролиза 30 мин)

Важным и ключевым обстоятельством является то, что огнезащитная модификация образцов хлопчатобумажных нитей, разработанными пропиточными составами повышает их стойкость к источнику открытого огня, что подтверждается замедлением распространения огня по поверхности образца по сравнению с необработанной нитью. Результаты испытаний приведены в табл. 2.

Кроме того, применение разработанных пропиточных составов позволило существенно улучшить физико-механические свойства нитей. Установлен рост прочностных показателей модифицированных нитей по сравнению с исходными характеристиками в среднем на 20–30 %.

Таблица 2

**Влияние пропиточных составов
на огнестойкость хлопчатобумажной нити**

Номер композиции	Огнестойкость
Исходная нить	Горит
1	Затухает через 5 секунд
2	Затухает через 2 секунды
3	Не воспламеняется
4	Не воспламеняется

При этом привес нитей после пропитки не превышает 3–6 %. Повышение прочностных пока-

зателей, по-видимому, происходит за счет локализации микродефектов на поверхности отдельных волокон, чему способствует образова-

ние прочной защитной пленки из пропиточного состава. Аналогичный эффект был описан ранее на примере полиамидных нитей [5].

Рис. 2. Влияние рецептуры пропиточных составов на прочностные показатели хлопчатобумажных нитей

Особо следует отметить, что разработанные пропиточные составы обладают высокой адгезионной прочностью связи с волокнами и проявляют удовлетворительную стойкость к водным обработкам.

Для оценки стойкости нитей к воздействию окружающей среды было исследовано водопоглощение (рис. 3). Выявлено, что показатель

водопоглощения нитей, обработанных пропиточными составами, достигает 77 %, тогда как исходная нить имеет значение водопоглощения 38 %. С дальнейшим ростом содержания ФБО в пропиточном составе показатель водопоглощения начинает монотонно снижаться, что связано с ростом степени сшивания пленки ПВС на поверхности хлопчатобумажной нити.

Рис. 3. Влияние рецептуры пропиточных составов на водопоглощение хлопчатобумажных нитей

Полученные результаты дают возможность предположить, что исследуемые пропиточные

составы могут быть использованы для придания хлопчатобумажным нитям некоторых сор-

бционных свойств, что позволит расширить область применения хлопчатобумажных нитей.

В целом проведенные исследования показали большую эффективность применения одностадийной обработки хлопчатобумажных нитей пропиточными составами на основе водного раствора поливинилового спирта и антипирюющей добавки – бората метилфосфита.

Разработанные пропиточные составы для хлопчатобумажных нитей показали высокую эффективность огнезащитного действия, что позволяет рекомендовать их к широкому использованию для производства технических тканей специального назначения, а также для производства спецодежды.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Букин, А. С. Оценка пожарной опасности текстильных материалов / А. С. Букин // Технический текстиль. – 2001. – № 2. – С. 18–19.
2. Перепелкин, К. Е. Принципы и методы модифицирования волокон и волокнистых материалов / К. Е. Перепелкин // Хим. волокна. – 2005. – № 2. – С. 37–51.
3. Шиповский, И. Я. Способ огнезащитной модификации бумаги и ткани и определение основных свойств / И. Я. Шиповский, О. И. Тужигов, С. Н. Бондаренко,

И. Ю. Горайнов // Известия ВолгГТУ : межвуз. сб. науч. ст. № 2 / ВолгГТУ. – Волгоград, 2004. – (Серия «Химия и технология элементоорганических мономеров и полимерных материалов»; вып. 1). – С. 105–109.

4. Патент РФ №2254341 C1 C08 B 15/05. Способ получения модифицированных целлюлозных материалов / Шиповский И. Я., Бондаренко С. Н., Тужигов О. И., Горайнов И. Ю. – Опубл. 20.06.05.

5. Кейбал, Н. А. Полиамидные волокна с улучшенным комплексом свойств / Н. А. Кейбал, С. Н. Бондаренко, В. Ф. Каблов, Д. Г. Гоношилов // Химические волокна. – 2009. – № 3. – С. 34–35.

REFERENCES

1. Bukin, A. S. Assessment of fire hazard of textile materials / A. S. Bukin // Technical textiles. – 2001. – #2. – p. 18-19
2. Perepelkin, K. E. Principles and methods of modification of fibers and fibrous materials / K. E. Perepelkin // Chem. fibers. – 2005. – #2. – Pp. 37-51.
3. Shipovsky I. Ya., Tuzhikov O. I., Bondarenko S. N., Goryainov I. Yu. Method of fire-resistant modification of paper and fabric and determination of basic properties. Izvestiya Volgstu Chemistry and technology of Organoelement monomers and polymer materials, 2004, issue 1, no. 2 p. 105-109.
4. Russian patent no. 2254341 C1 C08 In 15/05. A method of producing a modified cellulosic material. Shipovsky I. Ya., Bondarenko S. N., Tuzhikov O. I., Goryainov I. Yu. Publ. 20.06.05.
5. N. A. Keibal, S. N. Bondarenko, V. F. Kablov, And D. G. Gonoshilov. Polyamide fibers with an improved complex of properties // Chemical fibers-2009. – №3. – p. 34-35.

N. A. Keibal, V. F. Kablov, D. S. Shipovskaya, L. K. Buneeva

INCREASING OF THERMAL FIRE RESISTANCE OF COTTON THREADS

**Volzhsky polytechnic institute (branch)
Volgograd State Technical University**

Abstract. The results of studies of fire - resistant impregnating compositions based on an aqueous solution of polyvinyl alcohol and an antipyretic additive-methylphosphite borate are presented. The effectiveness of single-stage processing of cotton threads with these impregnating compositions has been proved. It is established that the developed impregnating compositions for cotton threads have shown high efficiency of thermal and fire-retardant action. The influence of the developed impregnation formulations on water absorption and strength of cotton threads was evaluated.

Keywords: cotton thread, fire resistance, flame retardant, polyvinyl alcohol, impregnating composition, methylphosphite borate.