

УДК 614.841.41

DOI 10.47367/0021-3497_2024_5_45

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ НОРМАТИВНЫХ ТРЕБОВАНИЙ
К СРЕДСТВАМ ОГНЕЗАЩИТЫ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

**IMPROVEMENT OF REGULATORY REQUIREMENTS
TO FIRE PROTECTION MEANS FOR TEXTILE MATERIALS**

А.В. ЗУБАНЬ¹, Н.И. КОНСТАНТИНОВА¹, Ю.В. НАУМОВ¹, Д.Д. МАРИНИН²

A.V. ZUBAN¹, N.I. KONSTANTINOVA¹, YU.V. NAUMOV¹, D.D. MARININ²

¹Всероссийский ордена «Знак Почета» научно-исследовательский институт
противопожарной обороны МЧС России,

²Российский государственный университет им. А. Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство))

¹Russian Scientific Research Institute for Fire Protection,

²The Kosygin State University of Russia)

E-mail: avzuban@mail.ru, konstantinova_n@inbox.ru,
urnaumov@yandex.ru, daniil.marinin.00@gmail.com

В настоящее время из-за отсутствия стандарта, устанавливающего требования к средствам огнезащиты для текстильных материалов и содержащего метод определения их огнезащитной эффективности, подтвердить их соответствие требованиям пожарной безопасности в рамках ТР ТС 043 не представляется возможным. В статье представлены результаты экспериментального исследования влияния состава и свойств текстильного материала (химический состав волокон, плотность, наличие специальных отделок и др.), а также характеристик средств огнезащиты (расход, концентрация и др.) и технологии их нанесения на огнезащитную эффективность. Исследование проводилось в соответствии с методом, изложенным в ГОСТ Р 50810.

Результаты проведенного исследования показали, что данный метод может быть принят за основу при разработке методики определения огнезащитной эффективности составов.

Составлена структурно-методологическая схема, определяющая основные этапы процесса огнезащиты текстильных материалов и используемые на этих этапах методы испытаний. Показано, что важным обстоятельством при разработке и выборе средств огнезащиты для текстильных материалов является учет их области применения и функционального назначения, определяющей методы оценки параметров пожарной опасности.

Currently, due to the lack of a standard establishing the requirements for fire protection means for textile materials and the method for determining their fire-retardant effectiveness, it is not possible to confirm their compliance with the fire

safety requirements under TR CU 043. The article presents the results of an experimental study of the influence of the composition and properties of textile material (chemical composition of fibers, density, the presence of special finishes, etc.), as well as the characteristics of fire protection means (consumption, concentration, etc.) and the technology of their drawing for effectiveness of fireproofing. The study was carried out in accordance with the method set forth in GOST R 50810.

The results of the study showed that this method can be taken as a basis for the development of a method for determining the fire-retardant effectiveness of the compositions.

A structural and methodological diagram has been drawn up defining the main stages of the process of fire protection of textile materials and the test methods used at these stages. It has been shown that an important circumstance in the development and selection of fire protection means for textile materials is the consideration of their application and functional purpose, which determine the methods for assessing fire hazard parameters.

Ключевые слова: текстильный материал, средство огнезащиты, воспламеняемость, методы оценки эффективности огнезащиты, функциональное назначение текстильного материала, контроль качества огнезащиты.

Keywords: textile material, fireproofing means, flammability, methods for evaluating the effectiveness of fireproofing, functional purpose of textile material, quality control of fireproofing.

Введение

В настоящее время на основе современных технологий выпускается широкий ассортимент высококачественных текстильных изделий. Использование различных видов волокон и их сочетаний, специальных отделок позволяет повысить долговечность изделий, устойчивость к повреждениям и воздействию влаги, получить материалы с заданной текстурой – от мягких и эластичных до жестких и прочных. Это расширяет возможности для производства в том числе декоративного интерьерного текстиля и изделий технического назначения, соответствующих эксплуатационным требованиям, действующим в различных отраслях, включая строительство, транспорт и промышленность. Наиболее перспективным в этом отношении является введение в состав текстильных материалов (ТМ) полиэфирных, полипропиленовых, полиакрилонитрильных, хлопковых и вискозных волокон и их смесей.

Однако применение ТМ может быть ограничено предъявляемыми к ним требованиями пожарной безопасности. Одним из

способов, позволяющих обеспечить выполнение этих требований, является обработка ТМ средствами огнезащиты (СО).

В соответствии с ТР ЕАЭС 043/2017 «О требованиях к средствам обеспечения пожарной безопасности и пожаротушения» СО подлежат оценке соответствия требованиям данного регламента в форме сертификации, в результате которой устанавливается наличие огнезащитной эффективности. Из-за отсутствия стандарта, содержащего методы испытаний, необходимые для выполнения этого требования в отношении СО для ТМ, их сертификация в настоящее время не представляется возможной.

Различная химическая природа волокон, структура и плотность материала, в некоторых случаях наличие разнообразных специальных отделок – эти и другие факторы в той или иной мере могут оказывать влияние на показатели пожарной опасности, достигаемые при обработке текстильных изделий СО, и методы определения их огнезащитной эффективности должны учитывать это влияние.

Тот факт, что определение показателей пожарной опасности ТМ различного функционального назначения проводится по отличающимся между собой методикам, усложняет задачу разработки нормативного документа, устанавливающего унифицированный метод определения огнезащитной эффективности СО для ТМ.

Целью настоящей работы являлось проведение сравнительных комплексных экспериментальных исследований устойчивости к воспламенению тканей, обработанных пропиточными составами, для выявления факторов, влияющих на эффективность огнезащиты ТМ.

Материалы и методы исследования

Для проведения исследований выбраны образцы декоративных и отделочных тканей на основе хлопковых и смесовых (хлопковых и полиэфирных (ПЭ)) волокон, выпускаемых в масштабе серийного промышленного производства (для штор, занавесей, портьер и обивочных материалов элементов мягкой мебели, палаток, спецодежды и др.), с различной поверхностной плотностью и наличием специальных отделок. Обработка тканей проводилась составами, выпускаемыми на основе промышленного производства, техническая документация на которые предусматривала их применение:

- для защиты ТМ из вискозы, хлопковых, льняных, шелковых волокон – СО №1;
- для защиты синтетических и смесовых ТМ из натуральных, искусственных, синтетических волокон и нитей – СО №2.

Оценка воспламеняемости ТМ, обработанных составами, определялась согласно стандартному методу испытаний ГОСТ Р 50810 «Пожарная безопасность текстильных материалов. Ткани декоративные. Метод испытания на воспламеняемость и классификация».

Метод позволяет определить способность ТМ (тканей, нетканых полотен) сопротивляться воспламенению, устойчивому горению, а также используется для оценки степени огнезащиты всех горючих декоративных материалов, поставляемых потребителю. По результатам испытаний горючие ТМ подразделяют на легковоспламеня-

емые (ЛВ) и трудновоспламеняемые (ТВ). При этом оценивается степень повреждения по длине образца ткани (L , мм), время самостоятельного горения ($\tau_{сг}$, с) или тления, наличие каплепадения горящего расплава. Испытания проводят на вертикально ориентированных образцах тканей при воздействии пламени специальной горелки в направлении утка и в направлении основы, а при наличии различных поверхностей образцы испытывают с двух сторон. Ткани с огнезащитной обработкой должны быть подвергнуты ускоренному гидролизу и испытаны до гидролиза и после него.

Снижение пожарной опасности ТМ, содержащих волокна различной химической природы, является проблемой, решению которой в настоящее время уделяется достаточно большое внимание [1...3]. Исследование механизма замедления горения ТМ, обработанных антипиренами, представляющими различные типы химических соединений, показало, что основу защитного действия составляет ингибирование свободно-радикальных процессов при терморазложении волокон и образование защитного (карбонизованного) слоя на поверхности полимера, препятствующего термоокислительным процессам или снижающего их [4, 5]. Следует отметить, что известные технологии выполнения огнезащиты ткани предусматривают использование определенного типа химических соединений и способов обработки в зависимости от природы и состава волокон ТМ [6, 7].

Полученные в ходе исследований экспериментальные данные о получении трудновоспламеняемых тканей «Авизент» и «Бязь» (100% хлопок) различной плотности, обработанных составом СО №1, представлены в табл. 1. Показана возможность распространения результата определения огнезащитной эффективности СО, полученного при испытании защищенного им текстильного материала, на другие материалы с данным видом волокон в их составе.

Исследование влияния средств, используемых для отделки тканей: водоотталкивающей (ВО) и биостойкой (БО) отделки, декоративного лакокрасочного покрытия (ЛКП), на способность составов снижать воспла-

меняемость ТМ проводилось на образцах ткани «Авизент» из 100% хлопковых волокон и ткани из смешанных хлопкополиэфирных волокон «Горизонт». Представленные в табл. 1 результаты сравнительных

испытаний свидетельствуют о том, что получение трудновоспламеняемого материала при обработке ткани «Авизент» СО №1 становится недостижимым при наличии водоотталкивающей (ВО) отделки.

Т а б л и ц а 1

№ п/п	Наименование и характеристики ткани	Наличие обработок	СО	Способ нанесения СО/ средний привес сухих солей (основа-уток), г	Результат и параметры испытаний по методике ГОСТ Р 50810
1.	«Авизент У40», арт. 15-ВО-100 (100% хлопковые волокна, $p=393$ г/м ²)	ВО	СО №1	Погружение в раствор/ (1,20-1,51)	ЛВ (L=220 мм, $\tau_{cr}=105$ с)
		ВО	СО №1	Распыление/ (1,27-1,54)	ЛВ (L=118 мм, $\tau_{cr}=15$ с)
		-	СО №1	Погружение в раствор/ (2,49-2,30)	ТВ (L=81 мм, $\tau_{cr}=0$ с)
		-	СО №1	Распыление/ (2,36-1,97)	ТВ (L=78 мм, $\tau_{cr}=0$ с)
		ЛКП Окрашивание кистью (привес сухого слоя краски) 6,14 г	СО №1	Погружение в раствор/ (2,49-2,30)	ЛВ (L=98 мм, $\tau_{cr}=18$ с)
2.	Бязь стандарт П 15 00/13-150 (100% хлопковые волокна, $p=120$ г/м ²)	-	СО №1	Погружение в раствор (1,30-1,47)	ТВ (L=85 мм, $\tau_{cr}=0$ с)
		-	СО №1	Распыление/ (1,28-1,32)	ТВ (L=103 мм, $\tau_{cr}=0$ с)
		ЛКП Окрашивание кистью (привес сухого слоя краски) 3,14 г)	СО №1	Погружение в раствор (1,30-1,47)	ЛВ (L=178 мм, $\tau_{cr}=53$ с)
3.	«Горизонт Т40 60 сер-КОМП-135» (75% хлопковые волокна, 25% ПЭ, $p=393$ г/м ²)	-	СО №2	Погружение в раствор/ (4,66-4,78)	ТВ (L=71 мм, $\tau_{cr}=0$ с)
			СО №2	Распыление/ (4,22-3,74)	ТВ (L=89 мм, $\tau_{cr}=0$ с)
		ВО и БО	СО № 2	Распыление/ (2,61-1,60)	ЛВ (L=220 мм, $\tau_{cr}=164$ с)

К препаратам для ВО относятся кремнийорганические и парафиностеариновые эмульсии, продукты конденсации меламин и жирной кислоты, фторорганические и другие соединения, обладающие гидрофобным эффектом. Образующийся на поверхности ткани слой органического вещества снижает проникновение СО внутрь во-

локон, не позволяя обеспечить требуемый эффект огнезащиты. При нанесении на ткань «Авизент» СО № 1 методом погружения в раствор значение привеса сухих солей уменьшилось с (2,30-2,49) г при обработке ткани без ВО до (1,20-1,51) г при обработке ткани с ВО (табл. 1).



Рис. 1

Аналогичный результат получен при испытании ткани «Горизонт», защищенной СО №2. Наличие ВО и биостойкой (БО) отделок препятствует впитыванию состава, о чем свидетельствует разница в привесе сухого остатка СО (см. табл. 1), тем самым снижая эффективность обработки, не позволяя перевести материал в категорию трудновоспламеняемых (ТВ).

Специальные отделки имеют различное назначение и широко применяются для придания декоративным тканям определенных свойств. Например, для получения мягкого грифа материалы подвергают обработке специальными смягчителями – всевозможными веществами, содержащими минеральные масла и органические соединения кремния. Для исключения вероятности накопления зарядов статического электричества поверхности тканей из полиэфирных волокон подвергают обработке антистатическими растворами. Малоусадочная и несминаемая отделка декоративной ткани, позволяющая быстро восстанавливать исходную форму, осуществляется путем пропитки проконденсированной смолой, в состав которой входит смягчитель и катализатор. Грязеотталкивающие, биостойкие и другие отделки тканей предусматривают использование различных по природе, составу и способу нанесения химических веществ.

Различие по степени влияния, оказываемого составами, используемыми в качестве специальных отделок, на эффективность защиты ТМ СО может быть существенным,

поэтому оценка этого влияния при огнезащите ТМ представляется обязательной.

Еще одним фактором влияния на эффективность применения СО, имеющим место при обработке горючих декораций, сценического и выставочного оформления, а также драпировок в зрительных и экспозиционных залах огнезащитными составами, регламентированной «Правилами противопожарного режима» [8], является возможное последующее нанесение лакокрасочных материалов. Применяемые для оформления декораций краски (акриловые, масляные, акварельные и др.) различаются по химической природе входящих в их состав компонентов – связующих веществ, пигментов, дополнительных добавок и растворителей – и могут в значительной степени снижать эффект огнезащиты.

Исследования по изучению влияния декоративного лакокрасочного покрытия (ЛКП) на сохранение эффективности СО проводились с использованием образцов ТВ тканей «Авизент» и «Бязь», огнезащитных СО № 1, на одну сторону поверхности которых был нанесен кистью слой алкидной эмалевой краски.



Рис. 2

Результаты проведенных экспериментов показали, что при воздействии пламени горелки на поверхность или кромку в течение 5 или 15 с образцы ткани по утку или по основе проявляли самостоятельное горение или тление, намного превышающее нормативное значение, что позволило отнести их к ЛВ материалам (рис. 2). Таким образом, декоративное покрытие, нанесенное

на огнезащищенную ткань, способно снижать эффект огнезащиты, и на это следует обращать внимание при применении СО, например, для защиты декораций и сценического оборудования. Предварительно нанесенное на ТМ лакокрасочное покрытие также может являться причиной снижения эффективности применяемого СО.

Изменения плотности и структуры ТМ могут являться причиной различий в эффективности их огнезащиты.

Важным обстоятельством при разработке и выборе СО для ТМ является учет их функционального назначения. Действующая нормативная база предусматривает для ТМ определение комплекса показателей пожарной опасности в зависимости от области их применения, при этом методы их испытаний, параметры и критерии оценки в значительной степени отличаются.

В ряде работ авторами [4, 9] представлены экспериментальные исследования воспламеняемости огнезащищенных декоративных тканей для штор, портьер и обивочных мебельных тканей с различным содержанием и видом волокон. Установлено, что достижение эффекта огнезащиты одной и той же декоративной ткани, используемой для штор и обивки мягкой мебели, происходит при различных концентрациях и расходах применяемых СО, что связано с различиями в методологии и условиях проведения испытаний.

Кроме того, при испытаниях трудновоспламеняемых обивочных тканей из ПЭ или с доминирующей ПЭ составляющей на макете мягкой мебели [10] не получен положительный результат ввиду расплавления термопластичных полиэфирных волокон, образования сквозного прогара и загорания набивочного материала.

Обсуждение основных результатов исследований

Применение СО является эффективным способом снижения пожарной опасности ТМ. Условием отнесения составов к СО является их сертификация. Необходимость

использования различных методов для оценки пожарной опасности ТМ, вызванная разнообразием их видов и широкой областью применения, затрудняет проведение сертификации СО. Подходом к решению этой задачи является проведение сертификации СО для ТМ с использованием единого метода, разработанного на основе методики, изложенной в ГОСТ Р 50810. Методика позволяет эффективно оценивать влияние различных факторов на пожароопасные свойства защищенных ТМ, что подтверждают в том числе результаты настоящего исследования. В дальнейшем применение сертифицированного СО для защиты конкретного типа ТМ должно осуществляться в соответствии с результатами определения перечня показателей пожарной опасности, установленного в таблице 30 «Технического регламента о требованиях пожарной безопасности» (Федеральный закон от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ).

Структурно-методологическая схема, демонстрирующая последовательность проведения испытаний СО и защищенных ими ТМ в рамках данного подхода, с указанием факторов, влияющих на качество огнезащиты, составленная с учетом результатов исследования, представлена на рис. 3.

Из вышеизложенного следует, что в процессе проведения сертификации формируется номенклатура выпускаемых СО для ТМ, из числа которых затем определяют составы для защиты конкретных типов ТМ в зависимости от их отраслевого и функционального назначения.

Однако, учитывая степень влияния химического состава волокон ТМ на огнезащитную эффективность СО, ее оценку необходимо выполнять уже на этапе сертификации. При этом определение огнезащитной эффективности следует проводить применительно к ТМ с каждым типом волокон. Полученный результат, как показали результаты испытаний тканей из хлопковых волокон, может быть распространен на другие ТМ с данным составом волокон.

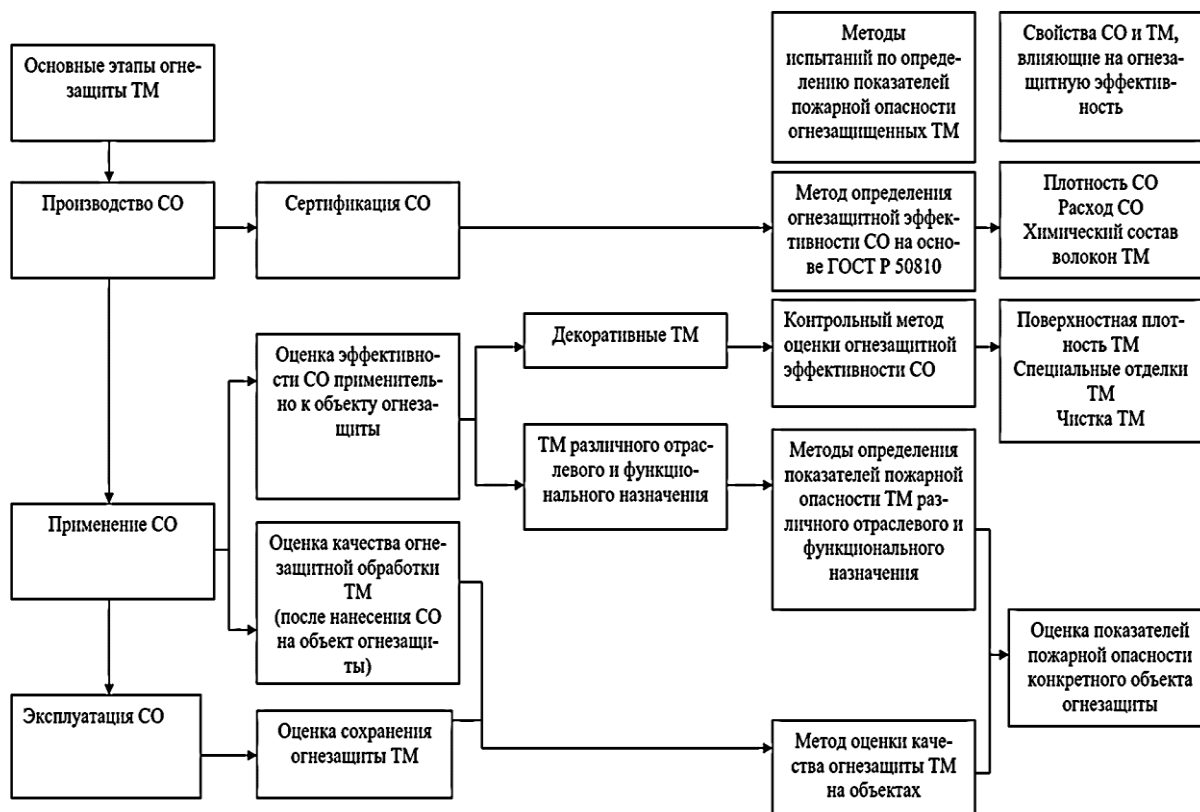


Рис. 3

На стадии применения СО объектами огнезащиты могут быть декоративные ТМ, обработанные специальными отделками, подверженные чисткам, имеющие значительное отклонение от величины поверхностной плотности, зафиксированной при сертификации состава. В этих случаях для оценки огнезащитной эффективности состава может быть рекомендовано применение упрощенного варианта методики ГОСТ Р 50810, обозначенной на схеме как контрольный метод оценки огнезащитной эффективности СО.

Результатом проведения указанных испытаний является подтверждение эффективности состава в качестве СО для защиты конкретного ТМ. Дальнейшие испытания проводятся с целью контроля качества выполненных огнезащитных работ и оценки сохранения огнезащиты ТМ в процессе эксплуатации.

Заключение

Комплекс выполненных исследований по изучению факторов, влияющих на эффективность огнезащиты ТМ, позволил:

- сформулировать общие требования к средствам огнезащиты (СО) для текстильных материалов и изделий и разработать указания по их применению и эксплуатации;
- установить методики и критерии оценки эффективности СО для текстильных материалов и изделий при их разработке, производстве, применении и эксплуатации;
- проводить подтверждение соответствия требованиям эффективности средств, обеспечивающих пожарную безопасность для ТМ, установленным ТР ЕАЭС 043/2017 «О требованиях к средствам обеспечения пожарной безопасности и пожаротушения».

ЛИТЕРАТУРА

1. Horrocks A.R., Kandola B.K., Davies P.J., Zhang S., Padbury S.A. Developments in flame retardant textiles—a review // Polymer Degradation and stability. 2005. Т. 88, №. 1. P. 3...12.
2. Horrocks A. R. Flame retardant challenges for textiles and fibres: New chemistry versus innovative solutions // Polymer Degradation and Stability. 2011. Т. 96, №. 3. P. 377...392.

3. *Бесшапошникова В.И.* Развитие научных основ и разработка методов придания огнезащитных свойств материалам и изделиям легкой промышленности: дис. ... д-ра техн. наук. М., 2006. 408 с.

4. *Зубкова Н.С., Константинова Н.И.* Огнезащита текстильных материалов. М.: Институт информационных технологий, 2008. 228 с.

5. *Стрекалова Ю.В.* Закономерности процессов термолитиза волокнистых полимерных материалов различного состава в присутствии фосфорсодержащих огнезамедлительных систем: дис. ... канд. хим. наук. М., 2003. 165 с.

6. *Лаврентьева Е.П.* Сравнительный анализ свойств огнезащиты тканей различного способа производства // Швейная промышленность. 2012. №3. С. 40...42.

7. *Бесшапошникова В.И., Микрюкова О.Н., Загоруйко М.В., Штейнле В.А.* Исследование влияния огнезащитной модификации на структуру и свойства смесовых тканей // Материалы и технологии. 2018. №. 1. С. 37...42.

8. Постановление Правительства РФ от 16 сентября 2020 г. N 1479 «Об утверждении Правил противопожарного режима в Российской Федерации».

9. *Константинова Н.И.* Огнезащита текстильных материалов: дис. ... д-ра техн. наук. М., 2004. 277 с.

10. *Константинова Н.И., Ерофеев О.О.* Разработка материалов для мягкой мебели пониженной пожарной опасности // Химические волокна. 2022. № 4. С. 44...49.

REFERENCES

1. *Horrocks A.R., Kandola B.K., Davies P.J., Zhang S., Padbury S.A.* Developments in flame retardant textiles—a review // Polymer Degradation and stability. 2005, T. 88, №. 1. P. 3...12.

2. *Horrocks A.R.* Flame retardant challenges for textiles and fibres: New chemistry versus innovatory solutions // Polymer Degradation and Stability. 2011. T. 96, №. 3. P. 377...392.

3. *Besshaposhnikova V.I.* Development of scientific foundations and development of methods for imparting flame-retardant properties to materials and products of light industry: dissertation ... doctor of technical sciences. Moscow, 2006. 408 p.

4. *Zubkova N.S., Konstantinova N.I.* Fire protection of textile materials. Moscow, 2008. 228 p.

5. *Strekalova Yu.V.* Regularities of thermolysis processes of fibrous polymer materials of various compositions in the presence of phosphorus-containing fire-retardant systems: dissertation ... candidate of chemical sciences. Moscow, 2003. 165 p.

6. *Lavrent'eva E.P.* Comparative analysis of the properties of fire protection of fabrics of various production methods // Shveynaya promyshlennost'. 2012. №3. P. 40...42.

7. *Besshaposhnikova V.I., Mikryukova O.N., Zagorujko M.V., Shtejnle V.A.* Study of the effect of fire-retardant modification on the structure and properties of mixed fabrics // Materialy i tekhnologii. 2018. №. 1. P. 37...42.

8. Order of the government of the Russian Federation from September 16, 2020 № 1479 «About approval of Rules of fire prevention regime in the Russian Federation».

9. *Konstantinova N.I.* Fire protection of textile materials: dissertation ... doctor of technical sciences. Moscow, 2004. 277 p.

10. *Konstantinova N.I., Yerofeev O.O.* Development of materials for upholstered furniture of reduced fire danger // Himicheskie volokna. 2022. No. 4. P. 44...49.

Рекомендована кафедрой химии и технологии полимерных материалов и нанокмполитов РГУ им. А.Н. Косыгина. Поступила 12.03.24.