

Пожарная опасность декоративных текстильных изделий в помещениях общественных зданий и сооружений

Наталья Ивановна Константинова, Андрей Владимирович Зубань ✉,
Евгений Александрович Поединцев, Ольга Викторовна Кривошапкина

Всероссийский ордена «Знак Почета» научно-исследовательский институт противопожарной обороны Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, Московская обл., г. Балашиха, Россия

АННОТАЦИЯ

Введение. Текстильные материалы и изделия пожароопасны, занимают значительную часть пространства общественных зданий (в том числе гостиничные объекты, зрительные залы и другое), однако требования пожарной безопасности к ним установлены не в полной мере, что затрудняет подтверждение соответствия требованиям пожарной безопасности.

Состояние вопроса. Представлен анализ основных действующих в Российской Федерации нормативных документов, содержащих требования по пожарной безопасности текстильных материалов и изделий в общественных зданиях и сооружениях. Установлено, что они содержат разрозненные и в ряде случаев противоречащие друг другу требования по пожарной безопасности, кроме того, отсутствует единый методологический подход к оценке их воспламеняемости.

Результаты исследований и их обсуждение. Представлены данные об основных действующих и разрабатываемых в настоящее время стандартных методах классификационной оценки воспламеняемости декоративных текстильных изделий в зависимости от их назначения. Проведены экспериментальные исследования изделий мягкой мебели, разработаны методики стандартных испытаний, в которых установлена компоновка образцов, обоснованы тип маломощных источников зажигания, основные параметры и критерии классификационной оценки воспламеняемости. Выявлено, что к наиболее пожароопасным изделиям мягкой мебели относятся композиции из натуральных материалов, используемые, в основном, в качестве чехлов, обивки и наполнителей.

Выводы. Обоснован комплекс параметров и критериев оценки пожарной опасности текстильных изделий, установлена классификация по воспламеняемости, необходимая для регламентации их пожаробезопасного применения в помещениях общественных зданий и сооружений, а также подтверждения соответствия установленным требованиям безопасности.

Ключевые слова: методы испытаний на воспламеняемость; источники зажигания; критерии оценки пожарной опасности; мягкая мебель; средства огнезащиты

Для цитирования: Константинова Н.И., Зубань А.В., Поединцев Е.А., Кривошапкина О.В. Пожарная опасность декоративных текстильных изделий в помещениях общественных зданий и сооружений // Пожаровзрывобезопасность/Fire and Explosion Safety. 2024. Т. 33. № 6. С. 14–25. DOI: 10.22227/0869-7493.2024.33.06.14-25

✉ Зубань Андрей Владимирович, e-mail: avzuban@mail.ru

Fire hazard of decorative textiles in the premises of public buildings and structures

Nataliya I. Konstantinova, Andrey V. Zuban ✉, Evgenij A. Poedintsev, Olga V. Krivoshapkina

All-Russian Research Institute for Fire Protection of Ministry of Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters, Balashikha, Moscow region, Russian Federation

ABSTRACT

Introduction. Textile materials and products are fire hazardous, occupy a significant part of the space of public buildings (hotel facilities, auditoriums, etc.), however, fire safety requirements for them are not fully established, which makes it difficult to confirm compliance with fire safety requirements.

State of the issue. An analysis of the main regulatory documents in force in the Russian Federation containing fire safety requirements for textile materials and products in public buildings and structures is presented. It is

established that they contain disparate and, in some cases, contradictory fire safety requirements, in addition, there is no unified methodological approach to assessing their flammability.

Research results and their discussion. Data are presented on the main current and currently being developed standard methods for classification assessment the flammability of decorative textiles depending on their purpose. Experimental studies of upholstered furniture products were carried out, methods of standard tests were developed, in which the specimen layout was established, the type of low-power ignition sources, the main parameters and criteria for classification assessment of flammability were substantiated. It was revealed that the most fire-hazardous products of upholstered furniture include compositions made of natural materials, used mainly as covers, upholstery and fillers.

Conclusions. A set of parameters and criteria for assessing the fire hazard of textile products is substantiated, a flammability classification is established, which is necessary to regulate their fire-safe application in premises of public buildings and structures, as well as to confirm compliance with the established safety requirements.

Keywords: flammability test methods; ignition sources; fire hazard assessment criteria; upholstered furniture; fire protection means

For citation: Konstantinova N.I., Zuban A.V., Poedintsev E.A., Krivoschapkina O.V. Fire hazard of decorative textiles in the premises of public buildings and structures. *Pozharovzryvbezopasnost/Fire and Explosion Safety*. 2024; 33(6):14-25. DOI: 10.22227/0869-7493.2024.33.06.14-25 (rus).

✉ Andrey Vladimirovich Zuban, e-mail: avzuban@mail.ru

Введение

В настоящее время достаточно большое количество текстильных изделий в помещениях общественных зданий и сооружений несут не только функциональную нагрузку, но и составляют их декоративное оформление. Особенно важное значение придается использованию текстиля в интерьере гостиничных объектов (отели, санатории, дома отдыха и т.п.) и в оформлении зрительных залов (театры, кино-театры, культурно-просветительные учреждения и т.п.), где он придает помещениям эстетичность, а посетителям комфорт и удобство.

В зрительных залах широко применяется текстильное оформление в виде декораций, занавесей, штор, а также наибольшую площадь помещений занимают стулья и кресла с мягкими элементами. К основным категориям гостиничного текстиля относятся постельное белье, декоративный текстиль (шторы, портьеры, скатерти, покрывала, чехлы, коврики и т.д.), а также изделия и элементы мягкой мебели (кресла-кровати, матрасы, стулья, кресла, банкетки, пуфы).

Учитывая особенности эксплуатационной нагрузки на декоративный текстиль для зрительных залов и гостиниц, к используемым тканям и изделиям из них предъявляются специальные требования. Они должны легко поддаваться чистке и глажке, не изменять форму после многочисленных стирок, иметь влаго- и грязеотталкивающую пропитку, не накапливать статическое электричество и прочее.

Однако, несмотря на общий объем текстильных материалов и изделий, занимающий значительную часть пространства гостиничных номеров, холлов, а также зрительных залов общественных зданий, требования пожарной безопасности к ним установлены не в полной мере. Между тем использование легковозгораемых текстильных материалов в таких изделиях, например шторы, занавеси,

мягкая мебель, создает риск их воспламенения от маломощных источников зажигания и дальнейшего развития пожара. Особенно опасно применение легковоспламеняющихся декоративных текстильных изделий в зданиях гостиничного типа повышенной этажности и зрительных залах большой вместимости, связанное с быстрым распространением пожара, трудностью подачи средств тушения, продолжительным временем эвакуации людей [1].

Анализ данных по статистике пожаров, произошедших от возгорания только мебели в зданиях жилого назначения и временного пребывания людей (гостиницы, дома отдыха, санатории, учреждения туризма и т.п.), свидетельствует о росте их количества, прямого ущерба, числа погибших и травмированных людей [2].

Состояние вопроса

В настоящее время на территории Российской Федерации действуют нормативные документы, содержащие разрозненные и порой противоречащие друг другу требования по пожарной безопасности мебельной продукции, в том числе кресел для зрительных залов.

Так, в действующем ГОСТ 16854–2016¹, в соответствии с п. 4.5.19: «Для изготовления мягких элементов кресел не должны применяться легковоспламеняемые и относящиеся к группе Т4 по токсичности продуктов горения обивочные текстильные и кожевенные материалы», одновременно в п. 4.5.16.1 изложено, что «в мягких элементах между облицовочной тканью и пенорезинкой должен быть проложен дополнительный настилочный слой типа ватина или ватилина толщиной не менее 3 мм», т.е. легковозгораемый материал.

¹ ГОСТ 16854–2016. Кресла для зрительных залов. Общие технические условия.

В СП 4.13130.2013², где пункт 5.4.13 содержит формулировку: «Для сидений в зальных помещениях зрелищных объектов закрытого типа не допускается применение легковоспламеняемых материалов, а применяемые обивочные, набивочные и прокладочные материалы не должны относиться к группе Т4 по токсичности продуктов горения», нет однозначного понимания о методологии оценки воспламеняемости материалов и готовых мебельных изделий.

Также необходимый уровень пожарной безопасности согласно требованиям ТР ТС 025/2012³ достигается ограничением применения легковоспламеняемых и относящихся к чрезвычайно опасным по токсичности продуктов горения текстильных и кожевенных материалов, применяемых в качестве обивочных. Однако стандарты^{4, 5, 6, 7}, в результате применения которых обеспечивается соблюдение требований ТР ТС 025³ по определению воспламеняемости, не согласуются между собой по процедуре испытаний, параметрам и критериям оценки.

В табл. 30 Технического регламента⁸ приведен Перечень показателей, составляющих информацию о пожарной опасности текстильных и кожевенных материалов, предназначенных для изготовления штор, занавесей и мягкой мебели, которая должна указываться в сопроводительных документах, но требований к пожаробезопасному применению указанных текстильных изделий в помещениях общественных зданий закон не устанавливает.

Таким образом, подтверждение соответствия текстильных изделий, применяемых в помещениях общественных зданий и сооружений, существующим требованиям пожарной безопасности или не проводится, или носит не однозначный, а во многих случаях необъективный характер.

Одним из важных вопросов, требующих неотложного решения, остается разработка декоративных текстильных изделий пониженной воспламеняемости, для чего необходима объективная методология их испытаний с установлением параметров и критериев

оценки пожарной опасности для создания норм, регламентирующих требования их безопасного применения в помещениях общественных зданий и сооружений.

Аналитические исследования по состоянию нормативных требований пожаробезопасного применения текстильных изделий за рубежом показали, что для общественных зданий установлены достаточно жесткие нормы, включающие ограничение использования легковозгораемых материалов, входящих в состав мягкой мебели, матрасов, штор, портьер и т.п. по комплексу показателей — скорости тепловыделения, токсичности продуктов горения, воспламеняемости и другому, в зависимости от функционального назначения зданий (гостиницы, школы, общественные и лечебные учреждения, концертные залы) [3, 4].

Учитывая ранее проведенные авторами исследования [5, 6] по установлению факторов, влияющих на пожарную опасность декоративных текстильных материалов и изделий различного функционального назначения, а также подходов к их огнезащите, можно сделать заключение о целесообразности ограничения использования легковозгораемого декоративного текстиля в помещениях общественных зданий и сооружений, в первую очередь гостиничного и зрелищного типа.

Целью настоящих исследований являлась разработка необходимых и достаточных параметров и критериев оценки пожарной опасности декоративных текстильных изделий, в первую очередь штор, занавесей, портьер, мягкой мебели, с учетом существующей методологической базы испытаний, для установления их безопасного применения в помещениях общественных зданий и сооружений.

Результаты исследований и их обсуждение

В табл. 1 представлены данные об основных действующих и разрабатываемых в настоящее время стандартных методах классификационной оценки воспламеняемости декоративных текстильных изделий (ТИ) в зависимости от их назначения.

Используемые материалы в качестве штор, занавесей, портьер в помещениях гостиниц и зрительных залах — легковоспламеняющиеся материалы из синтетических, натуральных или смешанных волокон, поэтому необходимо обеспечивать их огнезащиту. Применяемая в настоящее время поверхностная обработка средствами огнезащиты (СО) декоративных текстильных изделий в зданиях гостиничного и зрелищного назначения имеет ряд существенных недостатков. Так, обязательность регулярных стирок или (и) чисток приводит к потере огнезащитной эффективности, а следовательно, необходимости повторной обработки изделий СО, и зачастую после

² СП 4.13130.2013. Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты.

³ ТР ТС 025/2012. О безопасности мебельной продукции (статья 5, п. 5.1).

⁴ ГОСТ 19917–2014. Мебель для сидения и лежания. Общие технические условия.

⁵ ГОСТ Р 50810–95. Пожарная безопасность текстильных материалов. Ткани декоративные. Метод испытания на воспламеняемость и классификация.

⁶ ГОСТ Р 53294–2009. Материалы текстильные. Постельные принадлежности. Мягкие элементы мебели. Шторы. Занавеси. Методы испытаний на воспламеняемость.

⁷ ГОСТ EN 1021-1–2016. Мебель. Оценка воспламеняемости мягкой мебели. Часть 1. Источник возгорания тлеющая сигарета.

⁸ Технический регламент о требованиях пожарной безопасности: Федеральный закон от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ.

Таблица 1. Действующие и разрабатываемые стандартные методы классификационной оценки воспламеняемости декоративных текстильных изделий

Table 1. Current and developed standard methods for classification assessment of flammability of decorative textiles

| Нормативный документ, регламентирующий испытания ТИ на воспламеняемость Regulatory document regulating textiles flammability tests | Характеристики источников зажигания Characteristics of ignition sources | Продолжительность воздействия, с Duration of exposure, s | Критерии оценки воспламеняемости Flammability estimates criteria | |
|---|---|---|--|---|
| | | | Время остаточного тления или устойчивого горения/ время остаточного пламенного горения, с Time of residual smoldering or steady burning/residual flame burn time, s | Размер поврежденной поверхности Damaged surface size |
| ГОСТ Р 50810–95 (шторы, занавеси, портьеры) GOST R 50810–95 (curtains, portieres) | Газовая горелка Gas burner | 15 | Более 5 More 5 | Прогорание образца до одной из его кромок у любого из образцов, испытанных при зажигании с поверхности/средняя длина обугливающегося участка более 150 мм у любого из образцов, испытанных при воздействии пламени с поверхности или кромки Burning of the specimen to one of its edges in any of the specimens tested during ignition from the surface/the average length of the charring area is more than 150 mm for any of the specimens tested when exposed to flame from the surface or edge |
| ГОСТ Р 53294. П. 4. Постельные принадлежности GOST R 53294. P. 4. Bedding | Газовая горелка Gas burner | 15 ± 1 | Более 150 More 150 | – |
| | Тлеющая сигарета: длина 70 ± 4 мм; диаметр 8,0 ± 0,5 мм; масса 1,0 ± 0,1 г Smoldering cigarette: length 70 ± 4 mm; diameter 8.0 ± 0.5 mm; weight 1.0 ± 0.1 g | Время тления части сигареты длиной 50 мм составляет 12 ± 3 мин Smoldering time of the part cigarettes 50 mm long is 12 ± 3 min | Более 3600 More 3,600 | Горение или тление распространилось более чем на 50 мм в горизонтальном направлении от места расположения тлеющей сигареты Burning or smoldering spread more than 50 mm horizontally from the location of the smoldering cigarette |
| П. 5. Мягкие элементы мебели P. 5. Soft furniture elements | Газовая горелка Gas burner | 20 ± 1 | Более 120 More 120 | Горение или тление распространилось за время испытаний до верхней или нижней границы испытательного стенда или на всю толщину материала Burning or smoldering spread during the tests to the upper or lower limit of the test bench or to the entire thickness of the material |

| Нормативный документ, регламентирующий испытания ТИ на воспламеняемость Regulatory document regulating textiles flammability tests | Характеристики источников зажигания Characteristics of ignition sources | Продолжительность воздействия, с Duration of exposure, s | Критерии оценки воспламеняемости Flammability estimates criteria | |
|--|---|---|--|---|
| | | | Время остаточного тления или устойчивого горения/ время остаточного пламенного горения, с Time of residual smoldering or steady burning/residual flame burn time, s | Размер поврежденной поверхности Damaged surface size |
| | Тлеющая сигарета: длина 70 ± 4 мм; диаметр $8,0 \pm 0,5$ мм; масса $1,0 \pm 0,1$ г Smoldering cigarette: length 70 ± 4 mm; diameter 8.0 ± 0.5 mm; weight 1.0 ± 0.1 g | Время тления части сигареты длиной 50 мм составляет 12 ± 3 мин Smoldering time of the part cigarettes 50 mm long is 12 ± 3 min | – | Более 100 мм в любом из направлений от места воздействия тлеющей сигареты More than 100 mm in either direction from the site of exposure to the smoldering cigarette |
| ГОСТ. Мягкие элементы мебели. Метод испытаний на воспламеняемость (проект) GOST. Soft furniture elements. Test methods for flammability (project) | Газовая горелка Gas burner | 15 ± 1 | Более 120 More 120 | Горение или тление распространилось за время испытаний до верхней или нижней границы испытательного стенда или на всю толщину материала Burning or smoldering spread during the tests to the upper or lower limit of the test bench or to the entire thickness of the material |
| | Тлеющая сигарета: длина 70 ± 4 мм; диаметр $8,0 \pm 0,5$ мм; масса $1,0 \pm 0,1$ г Smoldering cigarette: length 70 ± 4 mm; diameter 8.0 ± 0.5 mm; weight 1.0 ± 0.1 g | Время тления части сигареты длиной 50 мм составляет 12 ± 3 мин Smoldering time of the part cigarettes 50 mm long is 12 ± 3 min | Более 3600 More 3,600 | Более 100 мм в любом из направлений от места воздействия тлеющей сигареты More than 100 mm in either direction from the site of exposure to the smoldering cigarette |
| ГОСТ. Мебель. Оценка воспламеняемости матрасов (проект) GOST. Furniture. Evaluation of mattress flammability (project) | Газовая горелка Gas burner | 15 ± 1 | Более 120 More 120 | – |
| | Тлеющая сигарета: длина 70 ± 4 мм; диаметр $8,0 \pm 0,5$ мм; масса $1,0 \pm 0,1$ г; с покрывным слоем ХБ ваты Smoldering cigarette: length 70 ± 4 mm; diameter 8.0 ± 0.5 mm; weight 1.0 ± 0.1 g; with a coating layer of cotton wool | Время тления части сигареты длиной 50 мм составляет 12 ± 3 мин Smoldering time of the part cigarettes 50 mm long is 12 ± 3 min | Более 3600 More 3,600 | Более 50 мм в любом из направлений от места воздействия тлеющей сигареты с покрывным слоем ХБ ваты More than 50 mm in either direction from the site of exposure to the smoldering cigarette with a coating layer of cotton wool |

обработки ткань теряет декоративные и эксплуатационные свойства. Кроме того, отсутствие стандарта, устанавливающего общие требования к СО для текстильных материалов и изделий на стадии их разработки, применения и эксплуатации не позволяет во многих случаях произвести объективное подтверждение их соответствия нормам пожарной безопасности, поэтому их применение не всегда обеспечивает эффективность огнезащиты. Результаты научно-исследовательских работ специалистов [7, 8] позволили сформулировать основные положения порядка проведения огнезащиты текстильных материалов и изделий и изложить их в проекте ГОСТа «Средства огнезащиты для текстильных материалов. Общие требования. Методы испытаний», разработанного в обеспечение ТР ЕАЭС 043/2017⁹.

Однако, по мнению специалистов, целесообразно при ограничении использования горючих легковоспламеняющихся текстильных материалов и изделий в местах массового пребывания людей, в том числе в гостиницах, театрально-концертных залах, применять шторы, занавеси, портьеры из трудновоспламеняемых тканей на основе модифицированных огнезащищенных волокон, так как они устойчивы к многократным чисткам и стиркам, и, кроме того, сохраняют цвет и декоративность.

Современные изделия мягкой мебели, используемые в основном для зрелищных залов — это стулья и кресла, для гостиниц — диваны, кровати, матрасы, кресла, представляют собой многослойные изделия, включающие разнообразные материалы и ткани, которые в совокупности обеспечивают требуемые эксплуатационные свойства. В зависимости от назначения ассортимент выпускаемой мягкой мебели обуславливает применение различных сочетаний материалов по толщине, плотности и химическому составу, что, безусловно, влияет на их пожарную опасность.

Результаты исследований возможности возгорания мягкой мебели от маломощных источников и дальнейшего развития пожара в помещении показали опасность использования неогнезащищенных композиционных сочетаний изделий и развития опасных факторов пожара, в значительной степени влияющих на безопасную эвакуацию людей [9]. Изучение параметров токсичности материалов, составляющих композицию изделий мягкой мебели, позволило выявить наиболее опасные продукты термического разложения [10–13].

Экспериментальные данные, полученные на основании многочисленных испытаний изделий мягкой мебели в России и за рубежом [14, 15], позволили разработать методики стандартных испытаний, в которых

установлена компоновка образцов, обоснованы тип маломощных источников зажигания, основные параметры и критерии оценки воспламеняемости. Учитывая международный опыт оценки пожарной опасности изделий мягкой мебели и постельных принадлежностей, для определения воспламеняемости [16] в разработанных методах испытаний были установлены следующие по форме тестовые образцы: для диванов, кресел и т.п. — сиденье и спинка, а для матрасов — горизонтально расположенный образец, кроме того, были обоснованы и выбраны малокалорийные источники зажигания — пламя горелки, эквивалентное пламени спички, и тлеющая сигарета.

Композиции серийно выпускаемых изделий мягкой мебели составляют горючие легковоспламеняемые обивочные и набивочные материалы (ткани из полиэфирных, хлопковых и смешанных волокон, комбинации наполнителей из натуральных (кокос, хлопок, бамбук) и синтетических (полиэфир) полипропиленовых волокон, а также различные по химическому составу вспененные полимеры — пенополиуретан, латексы и прочее). Поэтому в результате проводимых экспериментов, согласно стандартным и разрабатываемым методикам испытаний, при продолжительности действия пламени горелки 20 с для мягких элементов мебели и 15 с для матрасов наружный слой изделий (чехол или обивка) начинал воспламеняться, вовлекая в процесс прогрессирующего горения (тления) нижние составляющие элементы изделия (наполнители, прокладки и т.д.).

С использованием источника зажигания «тлеющая сигарета» в течение 15 мин прямого контакта с поверхностью образцов испытанных изделий мягкой мебели с присутствием в их композициях легковозгораемых материалов склонность к горению или тлению выявлена не была.

Разницу в результатах испытаний как элементов мягкой мебели, так и матрасов можно объяснить различием мощности теплового воздействия, создаваемого используемыми источниками зажигания — пламенем газовой горелки и тлеющей сигареты. На основании требований, предъявляемых к источникам зажигания, согласно ГОСТ Р 53294⁶, расчетная тепловая мощность пламени горелки составляет величину порядка 77 Дж/с, тогда как тепловая мощность тлеющей сигареты в течение 15 мин равна 14 Дж/с.

Кроме того, важное значение при термической деструкции испытуемого образца имеют теплофизические (теплопроводность, теплоемкость, плотность, условия протекания процесса и другое) и химические свойства (химический состав волокон, структура, состав возможных технологических обработок) материалов, а также их компоновка в композиции мягкой мебели.

⁹ ТР ЕАЭС 043/2017. О требованиях к средствам обеспечения пожарной безопасности и пожаротушения.

Результаты проведенных сравнительных экспериментальных исследований по оценке устойчивости к воспламенению образцов матрасов от различных маломощных источников теплового воздействия — тлеющей сигареты и тлеющей сигареты, покрытой прокладкой из хлопчатобумажной (ХБ) ваты, показали следующее. От воздействия тлеющей сигареты не проявил склонности к тлению или горению ни один из испытанных образцов матрасов с композиционным сочетанием всех легковоспламеняемых элементов (чехол, обивочный и прокладочные материалы, наполнители). В опытах с воздействием на образцы матрасов тлеющей сигаретой, покрытой прокладкой из ХБ ваты, прогрессирующее тление наблюдалось у испытанных образцов, в состав которых при определенной компоновке входили натуральные наполнители (кокосовое или бамбуковое волокно, ХБ вата и другое).

На рис. 1 и 2 для сравнения представлены принципиальные схемы распределения составляющих теплового потока от источников зажигания при открытом источнике (тлеющая сигарета) и источнике с покрытием (тлеющая сигарета с прокладкой из ХБ ваты).

Разницу в результатах испытаний можно объяснить тем, что большая часть тепловой энергии от источника зажигания «тлеющая сигарета» выделяется в окружающую среду, не оказывает существенного теплового воздействия на испытуемый образец (рис. 1), и, таким образом, не удается инициировать горение (тление) поверхности матраса, даже в случае применения легковозгораемых материалов.

При проведении испытаний с источником зажигания «тлеющая сигарета с покрытием из ХБ ваты» (рис. 2) на испытуемую поверхность матраса передается значительно большая часть тепловой энергии, что обусловлено тем, что отток энергии в окружающую среду значительно ниже. В этом случае составляющие теплового потока от высокотемпературной зоны источника зажигания аккумулируются в поверхностном слое испытуемого образца изделия и покрытия материала (ХБ ваты), что обуславливает накопление тепловой энергии и, соответственно, повышение температуры этих материалов. Кроме того, покрытие материал, будучи горючим, становится дополнительным источником тепловой энергии, которая частично будет участвовать в повышении температуры в зоне расположения источника зажигания. В результате наблюдается более интенсивное повышение температуры, по сравнению с первым случаем (рис. 1), что способствует формированию очага горения испытуемого образца матраса.

Следует отметить, что оценка устойчивости к воспламенению матрасов с воздействием тлеющей сига-

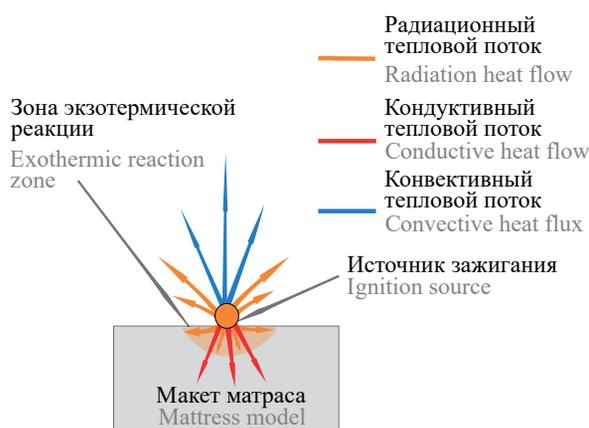


Рис. 1. Принципиальная схема распределения составляющих теплового потока от источника зажигания при открытом источнике

Fig. 1. Schematic diagram of the distribution of the components of the heat flow from the ignition source with an open source

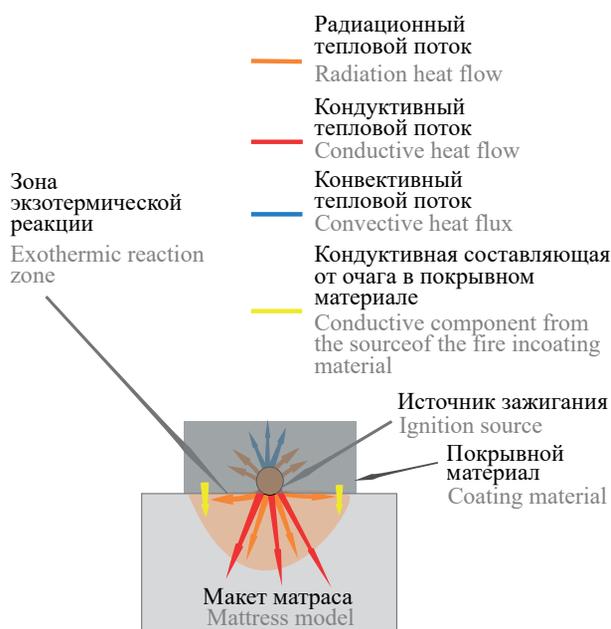


Рис. 2. Принципиальная схема распределения составляющих теплового потока от источника зажигания с покрытием материалом

Fig. 2. Schematic diagram of the distribution of the components of the heat flow from the ignition source with a coating material

реты, покрытой прокладкой из ХБ ваты, применяется для обеспечения безопасности на морских судах в Международном кодексе по применению процедур испытания на огнестойкость (Кодексе ПИО) для моделирования возможного тления постельных принадлежностей и является наиболее объективной.

В рамках апробации разработанного стандартного метода по оценке воспламеняемости матрасов были проведены экспериментальные исследования более 30 серийно выпускаемых моделей (пружинные и беспружинные, ортопедические, анатомические, медицинские, детские и другие), что позволило выя-

Таблица 2. Результаты испытаний образцов матрасов по оценке воспламеняемости с различными источниками зажигания
Table 2. Test results of mattress specimens for evaluation of flammability with different ignition sources

| Композиционный состав материалов матраса и их основные характеристики Composition of materials mattress and their main characteristics | Результаты испытаний Test results | |
|--|---|---|
| | Источник зажигания — тлеющая сигарета Ignition source — smoldering cigarette | Источник зажигания — тлеющая сигарета с прокладкой из ХБ ваты Ignition source — smoldering cigarette with cotton wool lining |
| <p>Матрас высокой жесткости с наполнителем на основе натурального кокосового волокна: съемный чехол: 100 ХБ, $p = 104 \text{ г/м}^2$; нетканый материал (спанбонд): 100 % ПП, $p = 98,4 \text{ г/м}^2$; кокосовая койра: $p = 834 \text{ г/м}^2$, $b = 8 \text{ мм}$; нетканый материал (синтепон): 100 % ПЭ, $p = 23,9 \text{ кг/м}^3$, $b = 70 \text{ мм}$ High rigidity mattress with natural coconut fibre filler: removable cover: 100 CP, $p = 104 \text{ g/m}^2$; nonwoven material (spun bond): 100 % PP, $p = 98.4 \text{ g/m}^2$; coconut coir: $p = 834 \text{ g/m}^2$, $b = 8 \text{ mm}$; nonwoven material (sintepon): 100 % PE, $p = 23.9 \text{ kg/m}^3$, $b = 70 \text{ mm}$</p> | <p>Сквозное прогорание ткани чехла, нетканого материала и первого слоя наполнителя размером $125 \times 135 \text{ мм}$. Горения и тления не наблюдалось Through-burning of cover fabric, nonwoven fabric and the first filler layer of size $125 \times 135 \text{ mm}$. Burning and smoldering were not observed</p> | <p>Прогрессирующее тление образца в течение 1 ч, применено принудительное тушение Progressive smoldering of the specimen for 1 hour, forced extinguishing was applied</p> |
| <p>Матрас ватный (ТУ 858-5758–2005. Изменение 1), $b = 80 \text{ мм}$: наполнитель — ХБ вата сорта «Швейная». ГОСТ 5679–91; несъемный чехол тик: хлопок 100 %, $p = 140 \text{ г/м}^2$ Cotton mattress (Specifications 858-5758–2005. Changes 1), $b = 80 \text{ mm}$: filler — cotton wool of the variety “Shveytnaya”. GOST 5679–91; non-removable teak cover: cotton 100 %, $p = 140 \text{ г/м}^2$</p> | <p>Сквозное прогорание ткани чехла, карбонизация ее поверхности размером $64 \times 82 \text{ мм}$ и наполнителя размером $98 \times 90 \times 10 \text{ мм}$. Горения и тления не наблюдалось Through-burning of the cover fabric, carbonization of its surface with a size of $64 \times 82 \text{ mm}$ and filler with a size of $98 \times 90 \times 10 \text{ mm}$. Burning and smoldering were not observed</p> | <p>Прогрессирующее тление образца в течение 1 ч, применено принудительное тушение Progressive smoldering of the specimen for 1 hour, forced extinguishing was applied</p> |
| <p>Матрас ортопедический с наполнителем на основе бамбукового волокна: съемный чехол: ткань хлопок (50 %), полиэфир (50 %), $p = 834 \text{ г/м}^2$; нетканый материал (спанбонд): 100 % ПП, $p = 39 \text{ г/м}^2$; волокно бамбук: $p = 400 \text{ г/м}^2$, $b = 20 \text{ мм}$; термовойлок — иглопробивной нетканый материал из смеси волокон, поверхностной плотностью 300 г/м^2, толщиной 1,2 мм; пружинный блок — «Pocket» из независимых пружин высотой 140 мм Orthopedic mattress with bamboo fibre filler: removable cover: cotton fabric (50 %), polyester (50 %), $p = 834 \text{ g/m}^2$; nonwoven material (spun bond): 100 % PP, $p = 39 \text{ g/m}^2$; bamboo fibre: $p = 400 \text{ g/m}^2$, $b = 20 \text{ mm}$; thermo felt — needle-punched nonwoven fabric of fibre mixture, surface density 300 g/m^2, thickness 1.2 mm; spring block — “Pocket” from independent springs 140 mm high</p> | <p>Сквозное прогорание ткани чехла, нетканого материала и наполнителя размером $120 \times 100 \text{ мм}$. Горения и тления не наблюдалось Through-burning of cover fabric, nonwoven material and filler with size of $120 \times 100 \text{ mm}$. Burning and smoldering were not observed</p> | <p>Прогрессирующее тление образца в течение 1 ч, применено принудительное тушение Progressive smoldering of the specimen for 1 hour, forced extinguishing was applied</p> |

вить из их числа наиболее пожароопасные. В табл. 2 представлены сравнительные данные результатов испытаний некоторых видов образцов матрасов с указанием основных характеристик входящих в их композиции материалов (в том числе поверхностная плотность — ρ , толщина — δ) и с их зафиксированной степенью повреждения (длина, ширина, глубина).

У всех испытанных образцов в процессе испытаний при воздействии тлеющей сигареты, накрытой ХБ прокладкой в течение 35–40 мин, наблюдалось тление, сопровождающееся усиливающимся со временем дымообразованием. При заключительном осмотре (продолжительность каждого испытания составляла 1 ч) и разборке образцов матрасов было обнаружено прогрессирующее тление, переходящее в пламенное горение, после чего было применено принудительное тушение.

Результаты представленных испытаний позволили установить наиболее объективный способ оценки воспламеняемости матрасов с использованием источника зажигания — тлеющей сигареты с накладкой из ХБ ваты, имитирующей присутствие постельных принадлежностей, и наряду с этим возможность выявить наиболее пожароопасные композиции изделий.

При использовании изделий мягкой мебели в гостиничном секторе или зрительных залах особенно важно иметь информацию о ее пожарной опасности, поэтому в сопроводительных документах и (или) маркировке целесообразно указывать степень устойчивости к воспламенению от воздействия мало-мощных источников зажигания.

В настоящее время имеется отечественный опыт разработки текстильных материалов, в том числе для изделий мягкой мебели пониженной пожарной опасности [17–19]. Например, серийно выпускаемые судовые матрасы, получившие одобрение Российского морского регистра судоходства, предусматривают использование трудновоспламеняемых обивочных тканей или чехлов и прокладочного нетканого материала, отделяющихся от последующих легковоспламеняемых элементов в композиции, обеспечивающих требуемые эксплуатационные свойства изделия.

Результаты экспериментальных исследований, проводимые авторами согласно ГОСТ Р 53294⁶ (п. 5 — источники зажигания сигарета и газовая горелка), показали возможность получения устойчивых к воспламенению композиций диванов за счет определенного сочетания в них материалов, в том числе огнезащитной функции прокладочного слоя, препятствующего воспламенению наполнителя и распространению пламени по поверхности [20].

Многообразие ассортимента мебельной продукции в зависимости от эксплуатационного назначения предусматривает использование различных по составу и количеству современных материалов и технологий их сборки, поэтому оценку их устойчивости к воспламенению возможно производить экспериментальным путем только в отношении определенной модели.

Заключение

Таким образом, в ходе выполнения проведенных исследований решены следующие основные задачи:

- выявлена возможность использования существующих и разрабатываемых стандартных методов испытаний текстильных изделий для их классификации по устойчивости к воспламенению;
- установлена необходимость стандартного установления порядка проведения огнезащиты текстильных материалов и изделий в обеспечение ТР ЕАЭС 043/2017⁹;
- показана необходимость включения в нормативные документы критериев оценки соответствия требованиям пожарной безопасности текстильных изделий (шторы, занавеси, мягкая мебель и прочее), применяемых в зальных помещениях и гостиничных объектах, для снижения риска возникновения пожара;
- экспериментально обоснованы теплопроизводительность и вид источников зажигания для стандартной оценки устойчивости к воспламенению элементов мягкой мебели и матрасов;
- показано, что к наиболее пожароопасным изделиям мягкой мебели относятся композиции из натуральных материалов, используемые в основном в качестве чехлов, обивки и наполнителей.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Муслакова С.В., Константинова Н.И., Присадков В.И. Возможность использования риск-ориентированного подхода для учета пожарной безопасности гостиниц при присвоении категории // Безопасность труда в промышленности. 2022. № 6. С. 75–80. DOI: 10.24000/0409-2961-2022-6-75-80
2. Полехин П.В., Козлов А.А., Грибанов А.М., Сибирко В.И., Гончаренко В.С. Пожары и пожарная безопасность в 2022 году : информ.-аналитич. сб. Балашиха : ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2023. 80 с.
3. Guillaume E., de Feijter R., van Gelderen L. An overview and experimental analysis of furniture fire safety regulations in Europe // Fire and materials. 2020. Vol. 44. No. 5. Pp. 624–639.

4. Kolb T., Plaga S., Uhde M. Fire-safety requirements for textiles, furniture and mattresses in public facilities. What requirements exist and how can these be fulfilled? Final report by Fraunhofer Institute for Wood Research. I, Braunschweig, 2024. 180 p.
5. Константинова Н.И., Зубань А.В. О требованиях к проведению огнезащиты текстильных материалов // Безопасность труда в промышленности. 2022. № 1. С. 57–62. DOI: 10.24000/0409-2961-2022
6. Константинова Н.И., Зубань А.В., Булгакова А.А. Совершенствование методологического подхода к оценке пожарной опасности матрасов // Пожаровзрывобезопасность/Fire and Explosion Safety. 2022. № 31 (2). С. 22–32. DOI: 10.22227/0869-7493.2022.31.02.22-32
7. Константинова Н.И., Зубань А.В. К вопросу пожаробезопасного применения текстильных изделий в общественных зданиях // Актуальные проблемы пожарной безопасности : мат. XXXVI Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 375-й годовщине образования пожарной охраны России. М., 2024. С. 394–398.
8. Константинова Н.И., Зубань А.В. Особенности подтверждения соответствия требованиям пожарной безопасности средств огнезащиты для текстильных материалов // Огнезащита материалов и конструкций : сб. тезисов докладов I Междунар. науч.-практ. конф. СПб., 2023. С. 101–103.
9. Lock A. Memoranda on full-scale upholstered furniture testing, 2014–2015 // Linda Fansler, Division of Engineering. 2016.
10. McKenna S.T., Hull T.R. The fire toxicity of polyurethane foams // Fire Science Reviews. 2016. Vol. 5. Pp. 1–27.
11. Зубкова Н.С., Нагановский Ю.К. Исследование токсичности продуктов горения тканей, используемых для изготовления пожаробезопасной спецодежды // Известия Южного федерального университета. Технические науки. 2014. № 1 (150). С. 209–213.
12. Kallonen R., Von Wright A., Tikkanen L., Kaustia K. The toxicity of fire effluents from textiles and upholstery materials // Advances in Combustion Toxicology. Vol. 1. CRC Press, 2023. С. 282–297.
13. Пузач С.В., Константинова Н.И., Акперов Р.Г., Овчинников А.О. Исследование параметров токсичности продуктов горения мягких элементов мебели // Пожаровзрывобезопасность/Fire and Explosion Safety. 2024. Т. 33. № 1. С. 51–59. DOI: 10.22227/0869-7493.2024.33.01.51-59
14. Hagen R., Karemake M., Larsson I., Hörnqvist A. et al. Fire safety of upholstered furniture and mattresses in the domestic area. 2017.
15. Butry D.T., Thomas D.S. Cigarette fires involving upholstered furniture in residences: the role that smokers, smoker behavior, and fire standard compliant cigarettes play // Fire technology. 2017. Vol. 53. Pp. 1123–1146.
16. Zammarano M., Hoehler M.S., Shields J.R., Thompson A.L. et al. Full-scale experiments to demonstrate flammability risk of residential upholstered furniture and mitigation using barrier fabric. US Department of Commerce, National Institute of Standards and Technology, 2020.
17. Аль К.Х.А., Вассоф С.А., Бесшапошникова В.И., Осипова М.Л. и др. Снижение горючести текстильных материалов из смеси волокон // Всеросс. науч. конф. с междунар. участ., посвящ. 110-летию со дня рождения проф. Ф.Х. Садыковой : сб. науч. тр. конф. М., 2023. С. 211–214.
18. Воронжева П.А., Осипова М.Л., Барыкин Д.И., Дамирова И., Бесшапошникова В.И. Анализ ассортимента и исследование структуры и свойств мебельных тканей для интерьера и общественного транспорта // Инновационное развитие техники и технологий в промышленности : сб. мат. Всеросс. науч. конф. молодых исследователей с междунар. участ. М., 2023. С. 162–166.
19. Сапронова Т.В., Бесшапошникова В.И., Аль К.Х.А., Вассоф С.А. и др. Огнезащитная модификация целлюлозных тканей // Перспективные полимерные композиционные материалы. Альтернативные технологии. Переработка. Применение. Экология : сб. мат. IX Междунар. конф. Энгельс, 2022. С. 195–198.
20. Konstantinova N.I., Erofeev O.O. Development of materials for upholstered furniture elements of reduced fire hazard // Fibre chemistry. 2022. Vol. 54. No. 4. Pp. 258–262. DOI: 10.1007/s10692-023-10389-8

REFERENCES

1. Muslakova S.V., Konstantinova N.I., Prisdakov V.I. Possibility of using a risk-based approach for accounting fire safety of the hotels when assigning a category. *Occupational Safety in Industry*. 2022; 6:75-80. DOI: 10.24000/0409-2961-2022-6-75-80 (rus).
2. Polexin P.V., Kozlov A.A., Gribanov A.M., Sibirko V.I., Goncharenko V.S. *Fires and fire safety in 2022 : inform-analytical collection*. Balashikha, VNIPO of the Ministry of Emergency Situations of Russia, 2023; 80. (rus).
3. Guillaume E., de Feijter R., van Gelderen L. An overview and experimental analysis of furniture fire safety regulations in Europe. *Fire and materials*. 2020; 44(5):624-639.
4. Kolb T., Plaga S., Uhde M. *Fire-safety requirements for textiles, furniture and mattresses in public facilities. What requirements exist and how can these be fulfilled? Final report by Fraunhofer Institute for Wood Research*. I, Braunschweig, 2024; 180.

5. Konstantinova N.I., Zuban A.V. About the requirements for conducting fire protection of textile materials. *Occupational Safety in Industry*. 2022; 1:57-62. DOI: 10.24000/0409-2961-2022 (rus).
6. Konstantinova N.I., Zuban A.V., Bulgakova A.A. Improvement of methodological approach to assessment of fire hazard of mattresses. *Pozharovzryvobezopasnost / Fire and Explosion Safety*. 2022; 31(2):22-32. DOI: 10.22227/0869-7493.2022.31.02.22-32 (rus).
7. Konstantinova N.I., Zuban A.V. On the issue of fire-safe use of textile products in public buildings. *Abstracts of Current problems of fire safety : materials of the XXXVI International Scientific and Practical Conference dedicated to the 375th anniversary of the formation of the fire protection of Russia*. Moscow, 2024; 394-398. (rus).
8. Konstantinova N.I., Zuban A.V. Features of confirming compliance with fire safety requirements of fire protection products for textile materials. *Fire protection of materials and structures : collection of abstracts of the I International scientific and practical conference*. St. Petersburg, 2023; 101-103. (rus).
9. Lock A. Memoranda on full-scale upholstered furniture testing, 2014–2015. *Linda Fansler, Division of Engineering*. 2016.
10. McKenna S.T., Hull T.R. The fire toxicity of polyurethane foams. *Fire Science Reviews*. 2016; 5:1-27.
11. Zubkova N.S., Naganovskij Yu.K. Research on the toxicity of products of burning fabrics used for the manufacturing of fireproof protective clothing. *Proceedings of the Southern Federal University. Technical sciences*. 2014; 1(150):209-213. (rus).
12. Kallonen R., Von Wright A., Tikkanen L., Kaustia K. The toxicity of fire effluents from textiles and upholstery materials. *Advances in Combustion Toxicology. Vol. 1*. CRC Press, 2023; 282-297.
13. Puzach S.V., Konstantinova N.I., Akperov R.G., Ovchinnikov A.O. Investigation of toxicity parameters of combustion products of upholstered furniture elements. *Pozharovzryvobezopasnost / Fire and Explosion Safety*. 2024; 33(1):51-59. DOI: 10.22227/0869-7493.2024.33.01.51-59 (rus).
14. Hagen R., Karemake M., Larsson I., Hörnqvist A. et al. *Fire safety of upholstered furniture and mattresses in the domestic area*. 2017.
15. Butry D.T., Thomas D.S. Cigarette fires involving upholstered furniture in residences: the role that smokers, smoker behavior, and fire standard compliant cigarettes play. *Fire technology*. 2017; 53:1123-1146.
16. Zammarano M., Hoehler M.S., Shields J.R., Thompson A.L. et al. *Full-scale experiments to demonstrate flammability risk of residential upholstered furniture and mitigation using barrier fabric*. US Department of Commerce, National Institute of Standards and Technology, 2020.
17. Al K.X.A., Vassof S.A., Besshaposnikova V.I., Osipova M.L. et al. Reducing the combustibility of textile materials from a mixture of fibers. *All-Russian scientific conference with international participation dedicated to the 110th anniversary of the birth of Prof. F.H. Sadykova : collection of scientific papers of the conference*. Moscow, 2023; 211-214. (rus).
18. Voronzheva P.A., Osipova M.L., Barykin D.I., Damirova I., Besshaposnikova V.I. Analysis of the assortment and study of the structure and properties of furniture fabrics for interior and public transport. *Innovative development of machinery and technologies in industry : collection of materials of the All-Russian scientific conference of young researchers with international participation*. Moscow, 2023; 162-166 (rus).
19. Saprionova T.V., Besshaposnikova V.I., Al K.X.A., Vassof S.A. et al. Fire-resistant modification of cellulose fabrics. *Promising polymer composite materials. Alternative technologies. Recycling. Application. Ecology : collection of materials of the IX International Conference*. Engels, 2022; 195-198. (rus).
20. Konstantinova N.I., Erofeev O.O. Development of materials for upholstered furniture elements of reduced fire hazard. *Fibre Chemistry*. 2022; 54(4):258-262. DOI: 10.1007/s10692-023-10389-8

Поступила 28.08.2024, после доработки 26.09.2024;

принята к публикации 02.10.2024

Received August 28, 2024; Received in revised form September 26, 2024;

Accepted October 2, 2024

Информация об авторах

КОНСТАНТИНОВА Наталия Ивановна, д.т.н., профессор, главный научный сотрудник, Всероссийский ордена «Знак Почета» научно-исследовательский институт противопожарной обороны Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, Россия, 143903, Московская обл., г. Балашиха, мкр. ВНИИПО, 12; РИНЦ ID: 774306; ORCID: 0000-0003-0778-0698; e-mail: konstantinova_n@inbox.ru

Information about the authors

Nataliya I. KONSTANTINOVA, Dr. Sci. (Eng.), Professor, principle researcher, All-Russian Research Institute for Fire Protection of Ministry of Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters, VNIPO, 12, Balashikha, Moscow Region, 143903, Russian Federation; ID RSCI: 57195464313; ORCID: 0000-0003-0778-0698; e-mail: konstantinova_n@inbox.ru

ЗУБАНЬ Андрей Владимирович, к.т.н., начальник отдела, Всероссийский ордена «Знак Почета» научно-исследовательский институт противопожарной обороны Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, Россия, 143903, Московская обл., г. Балашиха, мкр. ВНИИПО, 12; ResearcherID: AAB-9575-2019; Scopus AuthorID: 55847911600; ORCID: 0000-0002-7799-2058; e-mail: avzuban@mail.ru

ПОЕДИНЦЕВ Евгений Александрович, начальник сектора, Всероссийский ордена «Знак Почета» научно-исследовательский институт противопожарной обороны Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, Россия, 143903, Московская обл., г. Балашиха, мкр. ВНИИПО, 12; РИНЦ ID: 760768; ORCID: 0000-0003-2769-0278; e-mail: evgeny@poedintsev.ru

КРИВОШАПКИНА Ольга Викторовна, начальник сектора, Всероссийский ордена «Знак Почета» научно-исследовательский институт противопожарной обороны Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, Россия, 143903, Московская обл., г. Балашиха, мкр. ВНИИПО, 12; РИНЦ ID: 1161085; ORCID: 0009-0002-794-5210; e-mail: olga.krivoshapkina16@gmail.com

Вклад авторов:

Константинова Н.И. — научное руководство; концепция исследования; развитие методологии; написание исходного текста; итоговые выводы.

Зубань А.В. — концепция исследования; развитие методологии; доработка текста; итоговые выводы.

Поединцев Е.А. — развитие методологии; доработка текста; итоговые выводы.

Кривошاپкина О.В. — развитие методологии; доработка текста; итоговые выводы.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Andrey V. ZUBAN, Cand. Sci. (Eng.), head of department, All-Russian Research Institute for Fire Protection of Ministry of Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters, VNIPO, 12, Balashikha, Moscow Region, 143903, Russian Federation; ResearcherID: AAB-9575-2019; Scopus AuthorID: 55847911600; ORCID: 0000-0002-7799-2058; e-mail: avzuban@mail.ru

Evgenij A. POEDINTSEV, chief of Sector, All-Russian Research Institute for Fire Protection of Ministry of Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters, VNIPO, 12, Balashikha, Moscow Region, 143903, Russian Federation; ID RSCI: 760768; ORCID: 0000-0003-2769-0278; e-mail: evgeny@poedintsev.ru

Olga V. KRIVOSHAPKINA, chief of Sector, All-Russian Research Institute for Fire Protection of Ministry of Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters, VNIPO, 12, Balashikha, Moscow Region, 143903, Russian Federation; ID RSCI: 1161085; ORCID: 0009-0002-794-5210; e-mail: olga.krivoshapkina16@gmail.com

Contribution of the authors:

Konstantinova N.I. — scientific management; research concept; methodology development; participation in development of curricula and their implementation; writing the draft; final conclusions.

Zuban A.V. — research concept; methodology development; follow-on revision of the text; final conclusions.

Poedintsev E.A. — methodology development; follow-on revision of the text; final conclusions.

Krivoshapkina O.V. — methodology development; follow-on revision of the text; final conclusions.

The authors declare no conflicts of interests.