

УДК 66.091.2/614.841.41

АКТУАЛИЗАЦИЯ СПРАВОЧНОЙ ИНФОРМАЦИИ О ПОКАЗАТЕЛЯХ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

О. Г. ЦИРКИНА, В. Г. СПИРИДОНОВА, А. Х. САЛИХОВА, С. А. ШАБУНИН, Е. А. ШВАРЕВ

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,

Российская Федерация, г. Иваново

E-mail: ogsirkina@mail.ru

Для качественной оценки пожарной опасности объектов, моделирования пожаров, расчетов систем пожарной безопасности на этапах проектирования и реконструкции объектов, на которых пожарная нагрузка представлена текстильными материалами важно знать не только показатели пожарной опасности материалов, установленные Федеральным законом от 22.07.2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» (Приложение 1), но и закономерности возгорания материала от различных видов источников зажигания, от вида материала и его технических характеристик, от наличия в материале отделочных препаратов, области применения материала. В связи с этим существует необходимость дополнения и расширения существующих баз данных о пожароопасных свойствах тканей различного назначения. Современные тенденции создания справочных систем обозначают приоритеты в разработке электронных ресурсов, которые могут содержать большой объем данных и обеспечивать постоянный доступ к ним. Представленная работа посвящена разработке информационного ресурса, в котором обобщены и систематизированы данные по пожарной опасности текстильных материалов широкого ассортимента. Новизна работы обусловлена содержанием базы данных, основанной на результатах экспериментального установления влияния химической природы и качественных показателей текстильных материалов на характеристики их пожарной опасности и на результатах термогравиметрического анализа.

Ключевые слова: текстильные материалы, горючесть, воспламеняемость, термический анализ, база данных, информационный ресурс

UPDATING REFERENCE INFORMATION ON FIRE HAZARD INDICATORS OF TEXTILE MATERIALS

O. G. TSIRKINA, V. G. SPIRIDONOVA, A. Kh. SALIKHOVA, S. A. SHABUNIN, E. A. SHVAREV

Federal State Budget Educational Establishment of Higher Education

«Ivanovo Fire Rescue Academy of State Firefighting Service of Ministry of Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters»,

Russian Federation, Ivanovo

E-mail: ogsirkina@mail.ru

For a high-quality assessment of the fire hazard of objects, fire modeling, calculations of fire safety systems at the stages of design and reconstruction of objects where the fire load is represented by textile materials, it is important to know not only the fire hazard indicators of materials established by the Federal Law of 22.07.2008 No. 123-FZ "Technical Regulations on Fire Safety Requirements" (Appendix 1), but also the patterns of material combustion from various types of ignition sources, from the type of material and its technical characteristics, from the presence of finishing agents in the material, the area of application of the material. In this regard, there is a need to supplement and expand the existing databases on the fire hazardous properties of fabrics for various purposes. Modern trends in the creation of reference systems indicate priorities in the development of electronic resources that can contain a large amount of data and provide constant access to them. The presented work is devoted to the development of an information resource that summarizes and systematizes data on the fire hazard of a wide range of textile materials. The novelty of the work is determined by the content of the database, based on the results of the experimental establishment of the influence of the chemical nature and quality indicators of textile materials on the characteristics of their fire hazard and on the results of thermogravimetric analysis.

Keywords: textile materials, flammability, flammability, thermal analysis, database, information resource

Объем мирового производства и потребления всех видов текстильных материалов (далее – ТМ) неуклонно возрастает наряду с расширением сферы применения текстильной продукции. Текстиль широко применяется на объектах класса функциональной пожарной опасности Ф1, Ф2, Ф3: это, прежде всего, одежда, постельное и столовое белье, элементы декора – шторы, покрывала, ковры, обивка мебели. Изделия из текстиля применяются для отделки помещений зданий с массовым пребыванием людей: ресторанов, кафе, закусочных, игровых заведений, конференц-залов, кинотеатров, офисных помещений, отелей, гостиниц, детских садов, школ, объектов социальной сферы. Текстильная продукция используется и на различном транспорте (железнодорожные вагоны, самолеты, суда, автотранспорт), для производства спецодежды, спортивной атрибутики, театральных декораций.

Одним из важнейших критериев, определяющих возможность применения текстиля во многих отраслях промышленности, является его горючесть. Большинство традиционно используемых и крупнотоннажно выпускаемых ТМ характеризуются легкой воспламеняемостью и высокой скоростью распространения пламени, а также токсичностью продуктов горения [1].

До настоящего времени остаются высокими риски возникновения пожаров в торговых центрах, на текстильных и швейных производствах, в технологических процессах которых основную пожарную нагрузку составляют ТМ. При этом пожары сопровождаются большими материальными, а часто и людскими потерями. Поэтому проблема снижения пожарной опасности тканей и изделий, возможность прогнозирования опасности и скорости распространения пожара на объектах, связанных с использованием текстильной продукции, является одной из важнейших научных и практических задач.

Актуальность данной работы обусловлена необходимостью дополнения и расширения имеющихся баз данных о пожароопасных свойствах тканей и отсутствием достаточной информации об изменении химических, физических, механических и прочих показателей ТМ при их возгорании и последующем поведении в условиях пожара.

Целью настоящей работы является разработка структуры и формирование базы данных по пожароопасным свойствам ТМ, которая может быть использована широким кругом специалистов, работающих в области обеспечения пожарной безопасности объектов, связанных с использованием текстильной продукции, а также при проведении пожарно-

технических расчетов, осуществлении проверок и экспертиз.

Многообразие ТМ, различие волокнистого состава, ткацкой структуры и вида отделки оказывают существенное влияние на пожароопасные свойства текстиля, которые необходимо учитывать при характеристике пожарной опасности производств и условий жизни, в которых эти материалы используются. Необходимо также учитывать, что ассортимент ТМ чрезвычайно широк. Все они состоят из текстильных волокон и на различных этапах производства, с учетом технологического либо бытового использования вырабатываются в виде волокна, а также крученых, тканых, вязаных, плетеных, нетканых материалов, причем каждая из этих групп отличается широким разнообразием.

Так для волокон существует несколько классификаций, основная из которых основывается на их происхождении, когда волокна делятся на природные (растительные и животные) и химические, полученные либо путем переработки природного сырья (искусственные), либо путем синтеза из мономеров (синтетические), при этом происхождение волокна предопределяет и его химический состав. Готовые ткани подразделяют на бытовые и технические. По назначению бытовые ткани бывают бельевые, плательные, костюмные, пальтовые, декоративные. Ткани в зависимости от назначения имеют различный волокнистый состав, ткацкую структуру (тип переплетения нитей, толщину, поверхностную плотность), что определяет их физико-механические свойства [2].

Исследованию процессов горения ТМ, как объектов пожарной опасности, хотя и уделяется внимание, однако его явно недостаточно, несмотря на то, что текстиль зачастую является «виновником» пожара. В диссертационной работе Микрюковой О. Н. «Разработка и исследование свойств огнезащитных ТМ и пакетов спецодежды», изложены основные концепции теории горения волокнистых материалов, а сам процесс горения определяется как сложная совокупность многостадийных физико-химических превращений, включающих в себя, как химические реакции деструкции, сшивания и карбонизации полимера, которые происходят в конденсированной, газовой фазах и на поверхности их раздела, так и физические процессы интенсивной тепло- и массопередачи. В настоящее время принято считать, что для осуществления процесса горения совершенно не обязательно наличие кислорода. В качестве окислителя могут выступать различные элементы, входящие в состав полимерных веществ [3].

Термическая деструкция или термоллиз является важной стадией процесса горения, которая протекает в конденсированной фазе, и определяет состав и количество горючих летучих соединений, выделяемых из полимера, легкость их воспламенения, наличие дымо- и сажеобразования, токсичность продуктов горения полимера. Термодеструкция начинается в определенных условиях при достижении материалом критической температуры, которая характеризует его термостойкость. Термостойкость – это минимальная температура, при которой начинается термодеструкция волокна. Термический распад осуществляется в виде цепного радикального процесса, имеющего стадии инициирования, роста цепи, ее передачи и обрыва. При этом протекают три реакции – деполимеризация, передача цепи и распад радикалов. Результатом разложения полимеров является образование летучих продуктов, состав которых, для одного и того же полимера, зависит от соотношения скоростей реакций роста цепи.

Особенностью ТМ является их пористость и малая теплопроводность. Это с одной стороны уменьшает тепловые потери, а с другой – облегчает подачу окислителя в зону горения, а небольшой поперечный размер текстильного волокна приводит к их быстрому пиролизу и сгоранию. Сетчатая структура материала позволяет осуществлять быструю передачу тепловой энергии в волокнистом материале путем лучистой составляющей пламени, что приводит к интенсификации пиролиза и всего процесса горения, вызывает существенное увеличение скорости распространения зоны горения. Таким образом, если слой волокнистого материала имеет высокую пористость, то пламя распространяется стремительно, охватывая при этом большую поверхность и значительный объем [3].

На термо- и термоокислительное разложение ТМ главным образом оказывает влияние макромолекулярная природа волокнообразующего полимера. Но молекулярная неоднородность, характер надмолекулярной структуры, наличие примесей и добавок также имеют немаловажное значение при разложении волокнообразующего полимера в процессе его горения, сопровождающегося выделением газообразных продуктов и твердофазного остатка [4,5,6]. Также отмечается, что особенности процесса горения полимера в большей степени зависят от его химического состава и энергии химических связей: чем выше значения энергий межатомных химических связей, тем выше стойкость материалов к термическим воздействиям [4,5].

Существующие в настоящее время взгляды на процесс горения ТМ указывают на

зависимость как от химической природы и надмолекулярной структуры волокнообразующего полимера, так и ткацкой структуры текстильного полотна, и подтверждают высказанные Перепелкиным К. Е. еще в 2001 году положения о горючести текстиля. В его работе «Горючесть текстиля как одна из его важнейших характеристик» определены факторы, влияющие на способность материала к горению, а также уделено внимание особенностям горения ТМ, обладающих развитой капиллярно-пористой структурой [7]. Автор отмечает, что особенности горения текстиля зависят от химического и волокнистого состава материала, его строения, размерных характеристик и многих других факторов.

Анализ имеющихся в открытых источниках данных по пожароопасным свойствам ТМ выявил практически полное отсутствие систематизированного материала по обозначенной тематике. При проведении поиска найдены следующие разработки¹:

1) программа для ЭВМ «Численное моделирование стандартных огневых испытаний для оценки предела огнестойкости стальных элементов конструкций». Программа представляет собой вычислительный модуль, позволяющий проводить численные эксперименты по определению прогрева элементов металлических конструкций. Результаты расчетов дают возможность определить не только предел огнестойкости соответствующего элемента, но и оценить эффективность огнезащитных покрытий. Данная программа может использоваться при моделировании динамики опасных факторов пожара и предназначена для повышения качества подготовки специалистов к их реальной профессиональной деятельности [8].

2) программа для ЭВМ «Программа для моделирования разрушения при пожарах строительных конструкций на основе древесно-полимерных композитов». Программа предназначена для моделирования горения, деформации и обрушения сложной пространственной конструкции из древесно-композитного материала. Моделирование основано на методе динамики частиц для воспроизведения деформации и обрушения и численных сеточных методах для воспроизведения теплопередачи и горения. В тексте программы задаются геометрические параметры конструкции, концентрации древесины и полимера в материале, координаты точки поджога, теплофизические свойства компонентов. В процессе работы программы на экран компьютера

¹ Поиск официальных публикаций <https://www.fips.ru/publication-web/publications/PrEVM?inputSelectOIS=Program,DB,TIMS&tab=PrEVM&searchSortSelect=dtPublish&searchSortDirection=true/registers-web/>

регулярно выводится схематичное изображение конструкции, области горения, а также текущие значения основных показателей процесса [9].

3) программа для ЭВМ: «Консультационно-справочная система поддержки действий эксперта при проведении пожарно-технических экспертиз с использованием математических моделей пожара». Программа обеспечивает поддержку действий эксперта при проведении пожарно-технических экспертиз с использованием математических моделей пожара. Область применения: деятельность экспертов по производству пожарно-технических экспертиз. Программа позволяет: производить выбор математической модели пожара и компьютерной программы для моделирования пожара, получать краткую справку, знакомиться с примерами компьютерных моделей пожара, отправлять запросы на консультацию [10].

4) база данных: Термогравиметрия полимеров в пожарно-технической экспертизе. Область применения: деятельность экспертов по производству пожарно-технических экспертиз. База данных позволяет производить выбор полимера, подвергшегося термическому разложению, получать о нем краткую справку, знакомиться с примерами термогравиметрии полимеров в пожарно-технической экспертизе [11].

5) база данных: Пожароопасные свойства тканей из хлопковых и льняных волокон. База данных представляет собой комплекс данных по пожароопасным свойствам для тканей из хлопковых и льняных волокон различного ассортимента, поверхностной плотности, вида отделки и типа огнезащиты. Информация о пожароопасных свойствах тканей направлена на обеспечение пожарной безопасности объектов защиты, в том числе предприятий текстильной и швейной промышленности, складов готовой продукции, решение вопросов пожарно-технической экспертизы. База данных содержит комплекс показателей, характеризующих пожароопасные свойства тканей из хлопка и льна, полученных в рамках проведения испытаний с применением закрепленных в нормативных документах методик и современных методов исследования, с целью оценки пожарной опасности текстиля и принятия решения о необходимости использования и эффективности огнезащитной отделки [12].

Во многих научных работах по теме исследования пожарной опасности текстильных материалов специалисты приходят к выводу о том, что основными показателями пожарной

опасности текстильных материалов должны являться характеристики, непосредственно связанные с возникновением пожара в бытовых условиях и на производственных объектах, на которых вырабатывается и используется текстильная продукция, например:

- время прожигания ткани (с);
- время воспламенения (с) в зависимости от вида источника зажигания,
- скорость распространения пламени (м/с),
- кислородный индекс (%) [13,14].

Помимо этого, представляет интерес выявление особенностей процессов термической и термоокислительной деструкции целлюлозных волокон, фазовых переходов и химических превращений в природном полимерном материале, сопровождающихся потерей массы и эндо- и экзотермическими реакциями. С этой целью в базу данных предлагается включить показатели, полученные с помощью термического анализа согласно ГОСТ Р 56721 – 2015 (ИСО 11358-1:2014) «Термогравиметрия полимеров. Часть 1. Общие принципы». Перечисленные ниже показатели возможно получить как в инертной среде, так и в среде воздуха:

- температура начала и окончания термического разложения волокнообразующего полимера (°C),
- температура максимальной скорости разложения материала (°C),
- величина теплового эффекта фазовых переходов (Дж/г),
- количество зольного остатка (%).

Методическая часть

Объекты исследования

На данном этапе исследования объектами являлись целлюлозные текстильные материалы: волокна и ткани плотняного и саржевого переплетения, имеющие различную поверхностную плотность и толщину. Анализировались суровые образцы и ткани и с различными видами отделки: отбеленные, гладкокрашенные, напечатанные.

Определение показателей пожарной опасности текстильных материалов проводилось в соответствии с национальными и международными стандартами, приведенными на рис. 1.

Обсуждение результатов

Результатом проведенной работы явилось создание структуры базы данных, которая на настоящий момент сформирована из нескольких таблиц. В качестве примера приведены табл. 1 и 2.

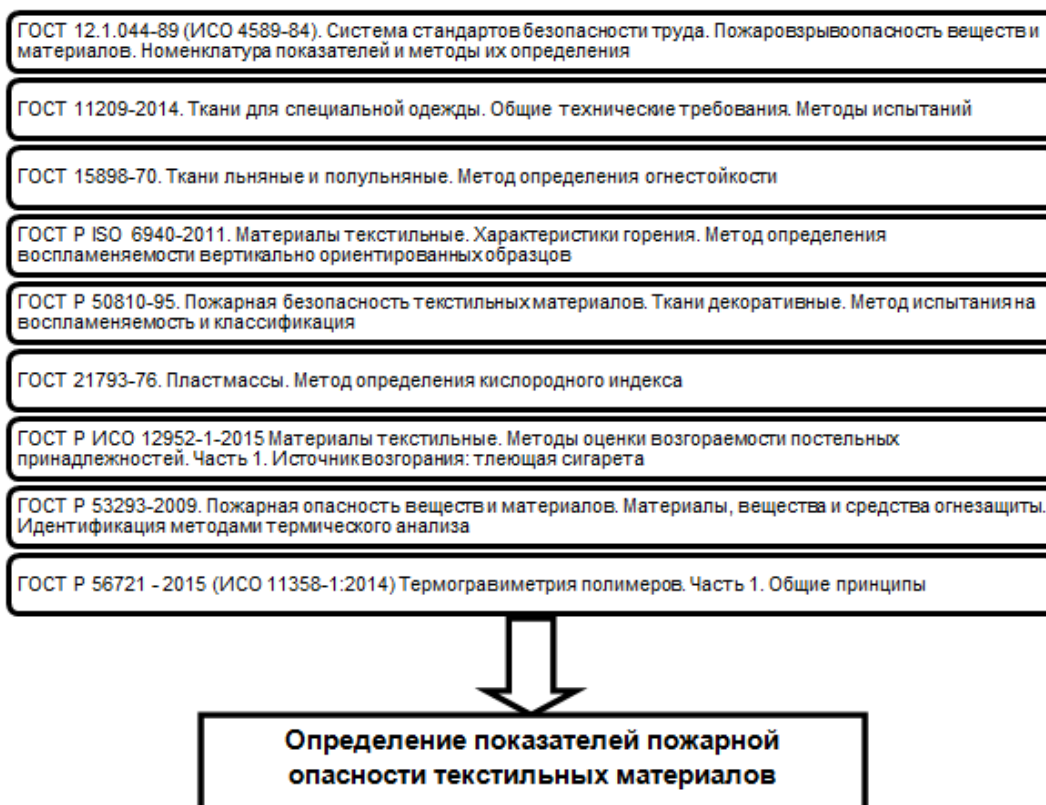


Рис. 1. Перечень национальных и международных стандартов, использованных для оценки пожарной опасности текстильных материалов

Таблица 1. Результаты оценки пожароопасных свойств тканей из целлюлозных волокон

№ п/п	Характеристика текстильного материала (название, поверхностная плотность, волокнистый состав)	Арти-кул	Тип пере-плетения	Обра-ботка	Время прожи-га, с	Время до вос-пла-мене-ния, с	Скорость распространения пламени, м/с	
							по вер-тикали	по гори-зонтали
1	лен (волокно) 100ЛНВ *	—	—	суровое	—	0,2	—	—
2	миткаль 103 г/м ² 100ХВ	4783	полот-няное	суровье	0,5	0,2	0,0301	0,00351
...		...						
n	....	....	....	....	....	....	....	....

Примечание: ЛНВ – льняное волокно; ХВ – хлопковое волокно

Как отмечалось ранее термогравиметрический (ТГА) и дифференциальный термический анализ (ДТА) широко используются для исследования процессов, протекающих при нагревании различных материалов. В настоящее время специалистами в области исследования пожарной опасности веществ и материалов делаются попытки использовать ТГА и ДТА для получения пожароопасных характеристик различных объектов. Нами также разработана структура базы данных, включающая

числовые значения, характеризующие процессы термической и термоокислительной деградации текстильных материалов, фазовые переходы в волокнообразующих полимерах и химические превращения в веществе (табл. 2). При проведении термического анализа на лабораторной установке SETSYS Evolution погрешность измерений теплового эффекта составляет $\pm 0,1 \%$, температуры $\pm 0,02 \text{ }^{\circ}\text{C}$, массы $\pm 1,0 \text{ мкг}$.

Таблица 2. Результаты термогравиметрического и дифференциального термического анализа тканей из целлюлозных волокон

№ п/п	Характеристика текстильного материала (название, поверхностная плотность, волокнистый состав)	Артикул	Параметры		Термические исследования									
					Инертная среда					Воздушная среда				
			Воспламеняемость	Кислородный индекс, %	Начало разложения, °C	Окончание разложения, °C	Т-ра макс. скорости деструкции, °C	Тепловой эффект, Дж/г	Потеря массы, %	Начало разложения, °C	Окончание разложения, °C	Т-ра макс. скорости деструкции, °C	Тепловой эффект, Дж/г	Потеря массы, %
1	лен (волокно) 100ЛНВ *	—	—	17	250	375	355	2767	75,5	253	402	305	8892	98,2
2	миткаль 103 г/м ² 100ХВ	4783	ЛВ	18,0	221	357	337	2995	78,5	233	411	290	6792	99,1
...	...		...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
n			...	...	...	....	...	....	....	....	....	....	....	....
Примечание: «ЛВ» – легковоспламеняемый ²														

В дальнейшем предполагается наполнять базу данных числовыми значениями, характеризующими пожарную опасность тканей из синтетических волокон и их смесей с целлюлозными.

Примерный вид формируемой базы данных представлен в табл. 3 и на рис. 2.

² п. 13 статья 13 Федеральный закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ (ред. от 25.12.2023) «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»

Таблица 3. Перечень объектов базы данных

Таблицы	Запрос
Объект №1. Данные по пожароопасным свойствам текстильного материала. Объект №2. Выбор наименования текстильного материала и артикула (для тканей). Объект №3. Выбор вида отделки ткани. Объект №4. Выбор наличия огнезащитной обработки. Объект №5. Выбор наименования нанесенного огнезащитного состава.	Итог

Файл Данные Отчеты Сервис Помощь

РЕЗУЛЬТАТЫ ОЦЕНКИ ПОЖАРООПАСНЫХ СВОЙСТВ					
Характеристика	Вид обработки	Артикул	Время прожига	Время до воспламенения	Скорость пламени
Вафельное полотно 200 г/м ² 100XB	напечатанная	8045	0,3	0,9	0,0242
Бязь 140 г/м ² 100XB	гладкокрашенная	114	1,4	0,4	0,02699
Саржа 254 г/м ² 100XB	гладкокрашенная	7153	3,0	0,9	0,0239

Рис. 2. Объект № 1. Результаты оценки пожароопасных свойств тканей из целлюлозных волокон

Таким образом, на окончательном этапе работы будет сформирована база данных по пожароопасным свойствам текстильных материалов из целлюлозных и синтетических волокон и их смесей, которая будет содержать показатели, характеризующие горение материалов и возможность развития пожара, и показатели ТГА и ДТА, которые могут быть использованы при проведении научных исследований, прогнозирования и моделирования опасных факторов пожара, при проектировании систем противопожарной защиты в качестве справочного информационного ресурса.

Выводы

Научной ценностью проведенного исследования является установление влияния химической природы и качественных показателей текстильных материалов на характеристики их пожарной опасности; систематизация данных по пожарной опасности текстильных материалов широкого ассортимента отечественного и зарубежного производства. По полученным данным формируется база данных по пожарной опасности текстильных материалов, которая может быть использована широким кругом специалистов, работающих в области обеспечения пожарной безопасности объектов защиты, связанных с использованием текстильной продукции. Отличительной особенностью представленной разработки является то, что полученные данные отражают основные пожароопасные показатели и влияние на них характеристик тканей и волокнистых материалов. База данных сформирована на основе не столько стандартных методов, но и метода ТГА и ДТА. Полнота систематизированной информации позволяет использовать электронный ресурс при проведении пожарно-

технических расчетов, разработке математических моделей развития пожаров, оценке рисков, осуществлении проверок и экспертиз.

Практическая значимость работы заключается в возможности использования полученных результатов специалистами в области пожарной безопасности, занимающимися оценкой пожарной опасности объектов, моделированием пожаров, расчетами систем пожарной безопасности при проектировании и реконструкции объектов, на которых пожарная нагрузка представлена текстильными материалами. База данных может быть использована при проведении научных исследований в качестве справочного информационного ресурса. В базу данных будут включены результаты исследований поведения текстильных материалов в условиях пожара путем выявления закономерностей возгорания материала от вида малокалорийного источника зажигания, от вида материала и его технических характеристик, от наличия в материале отделочных препаратов различной химической природы, области применения.

Работа подготовлена в рамках НИР «Разработка базы данных «Пожарная опасность текстильных материалов» в целях судебной пожарно-технической экспертизы» (НИР «Текстиль») (подпункт 9.1 пункта 9 раздела II Плана научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области гражданской обороны, предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, обеспечения пожарной безопасности, преодоления последствий радиационных аварий и катастроф на 2024 год и плановый период 2025 и 2026 годов, утвержденного приказом МЧС России от 13.09.2023 г. № 939).

Список литературы

1. Болодьян Г. И. Комплексный подход к созданию пожаробезопасных текстильных материалов и изделий: дис. ... канд. техн. наук: 05.26.03. М., 2003. 177 с.
2. Шеромова И. А. Текстильные материалы: получение, строение, свойства: учебное пособие. Владивосток: изд-во ВГУЭС, 2006. 220 с.
3. Микрюкова О. Н. Разработка и исследование свойств огнезащитных текстильных материалов и пакетов спецодежды: дис. ... канд. техн. наук: 05.19.01. М., 2018. 176 с.
4. Бесшапошникова В. И. Исследование влияния фосфорсодержащих замедлителей горения на структуру, свойства и процессы пиролиза ПАН волокон // Известия ВУЗов. Химия и химическая технология. 2005. Т. 48 (2). С. 67–70.
5. Конкин А. А., Кудрявцев Г. И., Щетинин А. Н. Термо-, жаростойкие и негорючие волокна. М.: Химия, 1978, 424 с.
6. Спиридонова В. Г. Исследование пожароопасных свойств текстильных материалов из целлюлозных волокон и совершенствование методов их оценки: дис. ... канд. техн. наук: 2.6.18. Иваново, 2022. 171 с.
7. Перепелкин К. Е. Горючесть волокон и текстиля – одна из важнейших характеристик опасности/безопасности // Известия высших учебных заведений. Технология легкой промышленности. 2009. № 2. Том. 4. С. 22–28.
8. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ 2024616834 Численное моделирование стандартных огневых испытаний для оценки предела огнестойкости стальных элементов конструкций / А. А. Пермяков, А. А. Кузьмин, Н. Н. Романов [и др.]. № 2024614460 заявл. 06.03.24; опублик. 25.03.24. Бюл. № 4
9. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ 2015619430 Программа для моделирования разрушения при пожарах строительных конструкций на основе древесно-полимерных композитов / А. В. Калач, А. А. Атапин, А. Г. Горшков [и др.]. № 2015616119; заявл. 06.07.15; опублик. 20.09.15.
10. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ 2021668898 Консультационно-справочная система поддержки действий эксперта при проведении пожарно-технических экспертиз с использованием математических моделей пожара / С. С. Лапшин. № 2021667740; заявл. 09.11.2021; опублик. 22.11.21. Бюл. № 12
11. Свидетельство о регистрации базы данных 2023622553 Термогравиметрия полимеров в пожарно-технической экспертизе / С. С. Лапшин, Н. А. Таратанов. № 2023622287; заявл. 17.07.2023; опублик. 26.07.2023. Бюл. № 8

12. Свидетельство о регистрации базы данных 2022622738 Пожароопасные свойства тканей из хлопковых и льняных волокон / В. Г. Спиридонова, О. Г. Циркина, Д. А. Ульев [и др.]. № 2022621958; заявл. 04.08.22; опублик. 03.11.22. Бюл. № 11

13. Обоснование актуальных подходов к оценке пожароопасных свойств текстильных материалов и способов огнезащиты тканей различного функционального назначения / В. Г. Спиридонова, Д. В. Сорокин, А. Л. Никифоров [и др.] // Современные проблемы гражданской защиты. 2023. № 2 (47). С. 126–133.

14. Проблемные вопросы нормирования показателей пожарной опасности текстильных материалов / А. Х. Салихова, О. Г. Циркина, С. А. Сырбу [и др.] // Современные проблемы гражданской защиты. 2024. № 3 (52). С. 62–70.

References

1. Bolod'yan G. I. Kompleksnyj podhod k sozdaniyu pozharobezopasnyh tekstil'nyh materialov i izdelij. Diss. kand. tekhn. nauk [An integrated approach to the creation of fire-safe textile materials and products. Cand. tech. sci. diss.]. Moscow, 2003. 177 p.
2. Sheromova I. A. *Tekstil'nye materialy: poluchenie, stroenie, svoystva: uchebnoe posobie* [Textile materials: production, structure, properties: a tutorial]. Vladivostok: Izd-vo VGUES, 2006. 220 p.
3. Mikryukova O. N. Razrabotka i issledovanie svojstv ogneshchitnyh tekstil'nyh materialov i paketov specodezhdy: Diss. kand. tekhn. nauk [Development and research of properties of fire-retardant textile materials and special clothing packages. Cand. tech. sci. diss.]. Moscow, 2018. 176 p.
4. Besshaposhnikova V. I. Issledovanie vliyaniya fosforsoderzhashchih zamedlitelej gorenija na strukturu, svoystva i processy piroliza PAN volokon [Study of the influence of phosphorus-containing flame retardants on the structure, properties and processes of pyrolysis of PAN fibers]. *Izvestiya VUZov. Khimiya i khimicheskaya tekhnologiya*, 2005, vol. 48 (2), pp. 67–70.
5. Konkin A. A., Kudryavcev G. I., Shchetinin A. N. *Termo-, zharostojkie i negoryuchie volokna* [Heat-, heat-resistant and non-flammable fibers]. Moscow: Himiya, 1978, 424 p.
6. Spiridonova V. G. Issledovanie pozharoopasnyh svojstv tekstil'nyh materialov iz cellyuloznyh volokon i sovershenstvovanie metodov ih ocenki. Diss. kand. tekhn. nauk [Study of fire hazardous properties of textile materials made of

cellulose fibers and improvement of methods for their assessment. Cand. tech. sci. diss.]. Ivanovo: Ivanovskaya pozharno-spasatel'naya akademiya GPS MCHS Rossii, 2022. 171 p.

7. Perepelkin K. E. Goryuchest' volokon i tekstilya – odna iz vazhnejshchih harakteristik opasnosti/bezopasnosti [Flammability of fibres and textiles is one of the most important hazard/safety characteristics]. *Izvestiya vysshih uchebnyh zavedenij. Tekhnologiya legkoj promyshlennosti*, 2009, issue 2, vol. 4, pp. 22–28.

8. A. A. Permyakov, A. A. Kuz'min, N. N. Romanov [et al.]. Svidetel'stvo o registratsii programmy dlya EVM 2015619430 Chislennoe modelirovanie standartnyh ognevnyh ispytaniy dlya ocenki predela ognestojkosti stal'nyh elementov konstrukcij [Numerical modeling of standard fire tests for assessing the fire resistance limit of steel structural elements], № 2024616834, byulleten № 4, 1 p.

9. A. V. Kalach, A. A. Atapin, A. G. Gorshkov [et al.]. Svidetel'stvo o registratsii programmy dlya EVM 2015619430 Programma dlya modelirovaniya razrusheniya pri pozharakh stroitel'nykh konstruktsiy na osnove drevesno-polimernykh kompozitov [Program for modeling the destruction of building structures based on wood-polymer composites during fires], № 2015616119, byulleten № 4, 1 p.

10. Lapshin S. S. Svidetel'stvo o registratsii programmy dlya EVM 2021668898 Konsul'tacionno-spravochnaya sistema podderzhki dejstvij eksperta pri provedenii pozharno-tekhnicheskikh ekspertiz s ispol'zovaniem ma-

tematicheskikh modelej pozhara [Consulting and reference system for supporting expert actions during fire-technical examinations using mathematical models of fire], № 2021667740, byulleten № 12, 1 p.

11. Lapshin S. S, Taratanov N. A. Svidetel'stvo o registratsii bazy dannykh 2023622553 Termogravimetriya polimerov v pozharno-tekhnicheskoy ekspertize [Thermogravimetry of polymers in fire-technical expertise], № 2023622287, byulleten № 8, 1 p.

12. V. G. Spiridonova, O. G. Tsirkina, D. A. Ul'ev [et al.]. Svidetel'stvo o registratsii bazy dannykh 2022622738 Pozharoopasnye svoystva tkanej iz hlopkovyh i l'nyanyh volokon [Fire hazard properties of cotton and flax fabrics], № 2022621958, byulleten № 11, 1 p.

13. Obosnovanie aktual'nyh podhodov k ocenke pozharoopasnykh svoystv tekstil'nykh materialov i sposobov ognezashchity tkanej razlichnogo funkcional'nogo naznacheniya [Justification of current approaches to assessing fire hazardous properties of textile materials and methods of fire protection of fabrics for various functional purposes] / V. G. Spiridonova, D. V. Sorokin, A. L. Nikiforov [et al.]. *Sovremennye problemy grazhdanskoj zashchity*, 2023, vol. 2 (47), pp. 126–133.

14. Problemnye voprosy normirovaniya pokazatelej pozharnoj opasnosti tekstil'nykh materialov [Problematic issues of standardization of fire hazard indicators of textile materials] / A. H. Salihova, O. G. Tsirkina, S. A. Syrbu [et al.]. *Sovremennye problemy grazhdanskoj zashchity*, 2024, vol. 3 (52), pp. 62–70.

Циркина Ольга Германовна

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,
Российская Федерация, г. Иваново

доктор технических наук, профессор, доцент

E-mail: ogtsirkina@mail.ru

Tsirkina Ol'ga Germanovna

Federal State Budget Educational Establishment of Higher Education «Ivanovo Fire Rescue Academy of State Firefighting Service of Ministry of Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters»,

Russian Federation, Ivanovo

doctor of technical sciences, professor, associate professor

E-mail: ogtsirkina@mail.ru

Спиридонова Вероника Гербертовна

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,
Российская Федерация, г. Иваново

кандидат технических наук

E-mail: nika.spiridonowa@yandex.ru

Spiridonova Veronika Gerbertovna

Federal State Budget Educational Establishment of Higher Education «Ivanovo Fire Rescue Academy of State Firefighting Service of Ministry of Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters»,

Russian Federation, Ivanovo

candidate of technical sciences

E-mail: nika.spiridonowa@yandex.ru

Салихова Аниса Хамидовна

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,

Российская Федерация, г. Иваново

кандидат технических наук, доцент

E-mail: salina_77@mail.ru

Salikhova Anisa Khamidovna

Federal State Budget Educational Establishment of Higher Education «Ivanovo Fire Rescue Academy of State Firefighting Service of Ministry of Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters»,

Russian Federation, Ivanovo

candidate of technical sciences, associate professor

E-mail: salina_77@mail.ru

Шабунин Сергей Александрович

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,

Российская Федерация, г. Иваново

кандидат химических наук

E-mail: sergeyshabunin@yandex.ru

Shabunin Sergey Alexandrovich

Federal State Budget Educational Establishment of Higher Education «Ivanovo Fire Rescue Academy of State Firefighting Service of Ministry of Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters»,

Russian Federation, Ivanovo

candidate of chemical sciences

E-mail: sergeyshabunin@yandex.ru

Шварев Евгений Анатольевич

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,

Российская Федерация, г. Иваново

кандидат технических наук, доцент

E-mail: e_shvarev@inbox.ru

Shvarev Evgeny Anatolevich

Federal State Budget Educational Establishment of Higher Education «Ivanovo Fire Rescue Academy of State Firefighting Service of Ministry of Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters»,

Russian Federation, Ivanovo

candidate of technical sciences, Associate Professor

E-mail: e_shvarev@inbox.ru