

УДК 66.091.2/614.841.41

РАЗРАБОТКА СПОСОБА ОГНЕЗАЩИТЫ ТЕХНИЧЕСКИХ ТКАНЕЙ СМЕШАННОГО ВОЛОКНИСТОГО СОСТАВА

А. Х. САЛИХОВА, О. Г. ЦИРКИНА, С. А. СЫРБУ, Е. В. БАРИНОВА, А. Н. КЛУШИН

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,

Российская Федерация, г. Иваново

E-mail: salina_77@mail.ru, ogtsirkina@mail.ru, syrbue@yandex.ru, lenok-ch@list.ru, gpn-obninsk@mail.ru

Современное текстильное производство выпускает большой ассортимент тканей различного функционального назначения с заданными свойствами. Доля технических материалов в общем выпуске текстильной продукции превышает 50 %. Немалая часть требующихся материалов предназначена для обеспечения безопасности работников предприятий, автотехники, технологического оборудования и для возведения некапитальных объектов строительства. Данные текстильные материалы должны удовлетворять требованиям пожарной безопасности и характеризоваться пониженными показателями пожарной опасности в соответствии с действующим законодательством Российской Федерации.

В работе изложены научно обоснованные решения по разработке огнезащищенных материалов и изделий легкой промышленности, обеспечивающих пожарную безопасность работников пожароопасных цехов и объектов, связанных с применением текстильных материалов. Разработан новый эффективный способ придания огнезащитных свойств хлопко-полиэфирным материалам технического назначения за счет их обработки составом, включающим в качестве основных компонентов Пироватекс и кремнийорганическую смолу в смеси с органическим растворителем. Исследования текстильных материалов на способность к воспламенению и распространению пламени проведены в соответствии со стандартными методиками испытаний для специальной одежды и палаток. Полученные данные показывают, что нанесенный на ткань антипирлирующий состав исключает возможность загорания смесовой ткани при воздействии пламени, прогорание до кромки отсутствует, длина обугленного участка не превышает 30 мм, время самостоятельного горения не более 5 с, что позволяет сделать вывод об эффективности огнезащиты, об устойчивости к воспламенению и распространению пламени обработанной ткани, что соответствует требованиям национальных стандартов.

Ключевые слова: техническая ткань, хлопко-полиэфирная ткань, специальная одежда, текстильный материал, огнезащитный состав, кремнийорганическая смола, воспламенение, огнезащитные свойства.

DEVELOPMENT OF A METHOD OF FIRE PROTECTION OF TECHNICAL FABRICS OF MIXED FIBROUS COMPOSITION

A. Kh. SALIKHOVA, O. G. TSIRKINA, S. A. SYRBU, E. V. BARINOVA, A. N. KLUSHIN

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: salina_77@mail.ru, ogtsirkina@mail.ru, syrbue@yandex.ru, lenok-ch@list.ru, gpn-obninsk@mail.ru

Modern textile production produces a wide range of fabrics for various functional purposes with specified properties. The share of technical materials in the total output of textile products exceeds 50 %. A considerable part of the required materials is intended to ensure the safety of workers at enterprises, motor vehicles, technological equipment and for the construction of non-capital construction projects. These textile materials must meet fire safety requirements and be characterized by reduced fire hazard rates in accordance with the current legislation of the Russian Federation.

The paper presents scientifically substantiated solutions for the development of fire-protected materials and products for light industry that ensure fire safety for workers in fire-hazardous workshops and facilities associated with the use of textile materials. A new effective method has been developed for imparting fire protection properties to cotton-polyester materials for technical purposes by treating them with a composition that includes Pyrovatex and organosilicon resin mixed with an organic solvent as the main components.

Studies of textile materials for the ability to ignite and spread flame were carried out in accordance with standard testing methods for special clothing and tents. The obtained data show that the fire-retardant composition applied to the fabric eliminates the possibility of the blended fabric catching fire when exposed to flame, there is no burning to the edge, the length of the charred area does not exceed 30 mm, the time of independent combustion is no more than 5 s, which allows us to draw a conclusion about the effectiveness of fire protection, about the resistance to ignition and flame spread of the treated fabric, which meets the requirements of national standards.

Key words: technical fabric, cotton-polyester fabric, special clothing, textile material, fire-retardant composition, organosilicon resin, ignition, fire-retardant properties.

Введение

Ткани технического назначения – это материалы, применяемые преимущественно в промышленности, строительстве, сельском хозяйстве, медицине и иных сферах. Они обладают определенными физико-механическими свойствами, позволяющими эффективно справляться с возложенными на них функциями. Текстильные материалы этой группы используются для пошива специальной одежды работников, задействованных в отраслях промышленности с опасными факторами производственной среды (искры, раскаленные продукты, контакт с высокотемпературным оборудованием и агрессивными средами и др.)

Актуальность исследований в области разработки новых составов заключается в потребности создания инновационных текстильных материалов технического назначения отечественного производства, которые обеспечивали бы функцию защиты технологического оборудования от распространения пламени, безопасность работников опасных производственных объектов и пожарную безопасность техники при нахождении в сложных условиях (лесные пожары, зоны ЧС, зоны боевых действий), пожарную безопасность конструкций палаточных лагерей и кемпингов. Примеры объектов применения приведены на рис. 1.

В зависимости от области назначения и применения к техническим тканям предъявляются требования, обеспечивающие общие показатели (прочность, разрывная нагрузка,

гигроскопичность и др.) и параметры безопасности. На основе изучения национальных стандартов для тканей, которые используются для тентов, укрывных материалов и специальной защитной одежды, нами определен ряд общих критериев, определяющих соответствия полотен нормативным документам.

Целью работы является разработка способа огнезащиты для технической ткани смешанного состава (хлопковое волокно + полиэфирное волокно), которая может использоваться и для изготовления специальной одежды, и в качестве внутреннего и наружного тента палаток.

Для реализации поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- проанализировать и систематизировать имеющиеся в литературе данные об области применения материалов из полиэфирных волокон и их смесей с натуральными, особенностях поведения указанных материалов при воздействии пламени и способах их защиты;
- разработать рецептуру состава на основе широко применяемых антипиренов и кремнийсодержащих соединений;
- разработать способ огнезащиты хлопко-полиэфирной ткани;
- провести испытания материала, обработанного предложенным способом, на наличие огнезащитных свойств и соответствие требованиям нормативных документов в области пожарной безопасности текстильных материалов.



Рис. 1. Примеры объектов применения текстильных материалов технического назначения



Рис. 2. Показатели соответствия текстильных материалов технического назначения требованиям стандартов



Рис. 3. Свойства, определяющие преимущества использования полиэфирных тканей для специальной защиты

Полиэфирное волокно широко применяется в производстве тканей для специальной одежды благодаря своим уникальным свойствам, которые указаны на схеме рис. 3.

Однако, использование чистого полиэфира в ткани защитной одежды имеет ряд ограничений. Чистая полиэфирная ткань быстро воспламеняется и плавится при воздействии открытого пламени или раскаленных частиц. Для устранения этого недостатка используют специальные покрытия и добавки, которые замедляют горение материала; применяют смешанные материалы – комбинации поли-

эфирных волокон с натуральными материалами, с синтетическими термостойкими волокнами типа арамидов (например, номекса). Это позволяет достичь оптимального баланса между舒适ностью, долговечностью и защитными свойствами одежды.

Существует множество антипиряющих композиций, которые уже применяются при обработке тканей из полиэфирного волокна или смесового состава в отделочном производстве текстильной промышленности, или которые находятся на этапе научных разработок¹ (рис. 4)².

¹ Рассматриваются только объемный и поверхностный способы придания текстильным материалам огнезащитных свойств.

² <https://www1.fips.ru/elektronnye-servisy/informatsionno-poiskovaya-sistema/>

Состав для огнезащитной отделки химических волокон на основе 5-7 % водного раствора фосфорсодержащего мономера (Факрил-М) с использованием окислительно-восстановительной системы $\text{Fe}^{2+}\text{-H}_2\text{O}_2$. Однако данный состав необходимо прививать на волокна длительное время и при высокой температуре.
Двухстадийный способ обработки полиэфирных тканей, включающий пропитку составом Пробан, затем гексабромциклододеканом или циклическим фосфонатом: обработанную ткань термофиксируют, причем в случае использования гексабромциклододекана ее нагревают выше 182 °С для плавления антипирена. Двухстадийность процесса и необходимость термофиксации при высоких температурах значительно затрудняют возможность практического применения предлагаемого способа.
Антипирен Т-2 - состав на основе азотсодержащего производного фосфоновой кислоты. Полученные ткани из смеси полиэфирных и целлюлозных волокон (в соотношении масс. % 67:33) характеризовались значением кислородного индекса 28-30 % при содержании антипирена не более 10-12 %. Однако, огнезащитный эффект оказался неустойчивым к многократным стиркам.
Жидкий препарат Fyrol RBP, представляющий смесь пентабромдифенилоксида и арилфосфатов, содержащий около 50 % брома, рекомендуется для снижения горючести полиэфирных тканей. Отмечается, что огнезащитный эффект сохраняется в процессе многократных стирок. Но предлагаемым составом могут быть модифицированы только декоративно-отделочные материалы.
Пироватекс-ЦП – применяется для отделки полиэфирных тканей и тканей из смеси целлюлозных и полиэфирных волокон. Однако, эффективность его огнезащитного действия для тканей, содержащих более 15 % полиэфирного волокна, достаточно низка, так как данный огнезащитный состав разлагается при более низкой температуре в сравнении с полиэфиром.

Рис. 4. Составы и способы огнезащиты текстильных материалов с полиэфирными волокнами

В России длительное время для пошива костюмов спецодежды использовались импортные материалы, а для придания материалам свойств устойчивости к пламени использовались импортные препараты. Эти композиции и их коммерческие аналоги имеют высокую стоимость и не всегда гарантируют, что обработанные ими ткани будут отвечать всем необходимым требованиям, как специальным, так и гигиеническим, установленным законодательством Российской Федерации. Обзор исследований позволил сделать вывод еще и о том, что существует проблема сохранения огнезащитного эффекта от обработки смесовых тканей

существующими составами в процессе многократных стирок. Поиск и создание альтернативных вариантов огнезащиты и трудновоспламеняемых материалов в современных условиях развития науки и промышленности является приоритетным направлением научно-технической деятельности.

В статьях [1, 2] были описаны исследования разработанных огнезащитных композиций на основе кремнийорганической смолы для тканей с содержанием полиэфира 20 %: материал для спецодежды и мебельная ткань голен. Состав композиций приведен на рис. 5.

Ткань «Контакт-250А» для спецодежды	Мебельно-декоративная ткань "Гобелен"
• вода – 100 мл/л; • раствор Пироватекс – 30 мл/л; • кремнийорганическая смола марки RUT 3010 – 5 мл/л; • раствор уксусной кислоты CH_3COOH 10 % – 0,5 мл/л; • ПВА – 1 мл/л.	• Пекофлам – 300 мл/л; • кремнийорганическая смола марки RUT 3010 – 50 мл/л; • раствор уксусной кислоты CH_3COOH 10 % – 5 мл/л; • ПВА – 10 мл/л.

Рис. 5. Огнезащитные составы с добавлением кремнийорганической смолы для тканей специального и декоративного назначения [1, 2]

Обработка данными композициями согласно результатам испытаний, описанным в [1, 2], позволила получить материалы, относящиеся к группе «трудновоспламеняемые».

Применение кремнийорганических соединений в качестве активного агента в антипиренах является перспективным направлением, что подтверждается множеством исследований. Например, за рубежом широко применяются препараты на основе жидких силоксановых каучуков холодного отверждения производства фирмы DowCorning (США), что позволяет получить текстильные материалы технического назначения пониженной горючести [3]. Авторы [4] приводят результаты исследования огнезащитного состава для хлопчатобумажной ткани, полученного на основе жидкого силоксанового каучука холодного отверждения и подтверждают его эффективность.

Обработка огнезащитным составом не должна ухудшать потребительские и физико-химические свойства ткани. В работах [1, 2] отмечалось, что привес ткани после обработки составляет около 30-40 % из-за способности кремнийорганической смолы к пленкообразованию и последующему увеличению поверхностной плотности материала, что ухудшает эргономические показатели специальной одежды. Поэтому при определении рецептуры состава огнезащиты следует не допустить последующего значительного привеса.

Объекты и методы исследования

Для исследования выбрана техническая ткань: назначение – специальная одежда, палаточный тент; состав: хлопковое волокно – 65 %, полиэфирное волокно – 35 %; поверхностная плотность ткани 240 г/м²; переплетение ткани – рогожка.

На рис. 6 схематично представлен разработанный способ огнезащиты хлопко-полиэфирной ткани.



Рис. 6. Способ огнезащиты хлопко-полиэфирной ткани на основе Пироватекса и кремнийорганической смолы, растворенной в толуоле

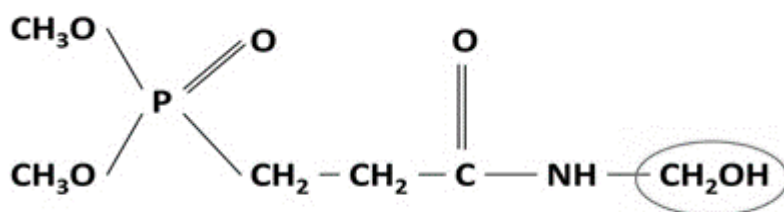


Рис. 7. Химическая формула Пироватекса

Нанесение огнезащитного состава на хлопко-полиэфирную ткань было проведено путем двухстадийной обработки с использованием в качестве антипирена Пироватекса, формула которого приведена на рис. 7.

Наличие в составе молекулы Пироватекса метилольной группы – CH_2OH позволяет на первой стадии осуществить «пришивку» молекул антипирена за счет прочных ковалентных связей к гидроксильным группам целлюлозной составляющей ткани. При этом на полиэфирной составляющей Пироватекс также будет фиксироваться, но за счет более слабых водородных связей.

На второй стадии обработка КОС, растворенной в толуоле, с последующей сушкой при $60\text{ }^{\circ}\text{C}$, термофиксацией при $140\text{ }^{\circ}\text{C}$ в течение 3 мин [5, 6] позволила обеспечить лучший эффект проникновения в структуру ткани и снижения горючести полиэфирной составляющей материала. Такой способ приводит также к исключению образования пленки на поверхности, которая влияет непосредственно на увеличение поверхностной плотности.

После обработки образцы ткани были подвергнуты испытаниям. Основными характеристиками огнезащищенных тканей технического назначения являются устойчивость материала к воспламенению и распространению пламени, огнестойкость. Но, как было отмечено в работе [7], существуют проблемы нормирования показателей пожарной опасности текстильных материалов и установления требований к применению пожаробезопасных материалов. Это влияет непосредственно на выбор метода исследования для выявления эффективности огнезащитной обработки и на формулировку выводов о пожарной опасности текстильных полотен и изделий из них в соответствии с Федеральным законом от 22.07.2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».

Испытания обработанных новым составом образцов ткани и оценка огнезащитных свойств проводились по требованиям стандартов, приведенных на рис. 8.

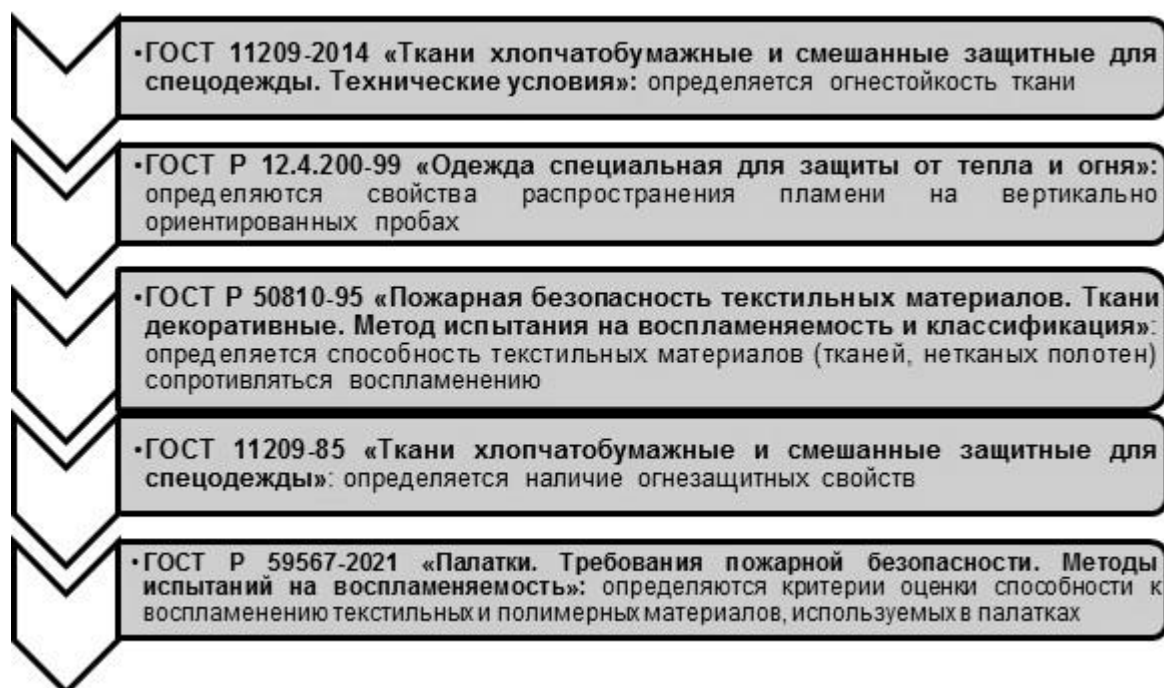


Рис. 8. Перечень нормативных документов для исследования пожароопасных свойств текстильных материалов

Важным условием возможности отнесения текстильных материалов к пожаробезопасным является сохранение свойств огнезащиты после многократного воздействия водой. Поэтому в начале были проведены испытания по ГОСТ 12.4.049-78 «Ткани хлопчатобумажные и смешанные для спецодежды. Метод определения устойчивости к мокрой обработке», так как необходимо оценить сохранение антипирлирующих свойств после стирок.

По ГОСТ 11209-2014 «Ткани хлопчатобумажные и смешанные защитные для спецодежды. Технические условия» оценивается огнестойкость материала. По результатам испытаний дается заключение: «огнестойкая ткань» или «не огнестойкая ткань». По ГОСТ Р 11209-2014 материал считается выдержавшим испытания и оценивается как «огнестойкий», если:

- время остаточного горения, с, не более – 0;
- время остаточного тления, с, не более – 0;
- длина обугленного участка, см, не более – 10.

ГОСТ Р 12.4.200-99 «Одежда специальная для защиты от тепла и огня» приводит метод испытаний материалов при ограниченном распространении пламени и определения свойств распространения пламени на вертикально ориентированных пробах. Отмечаются следующие характеристики: горение пробы, распространяющееся к краям; послесвечение; наличие расплавленных, светящихся остатков и образование дыр. По стандарту определяются свойства распространения пламени на вертикально ориентированных пробах.

В соответствии с таблицей 30 и требованиями Федерального закона от 22.07.2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» нами дополнительно проведены испытания на воспламеняемость. Ввиду отсутствия стандартной методики оценки воспламеняемости для тканей спец-

одежды определение группы образцов ткани по воспламеняемости проводились в соответствии с ГОСТ Р 50810-95 «Пожарная безопасность текстильных материалов. Ткани декоративные. Метод испытания на воспламеняемость и классификация».

В соответствии с ГОСТ 11209-85 «Ткани хлопчатобумажные и смешанные защитные для спецодежды» выпускаемые текстильным производством защитные ткани должны обладать огнезащитными свойствами. Огнезащитной считают ткань, которая после удаления из пламени не горит и не тлеет. Условия проведения испытаний идентичны приведенным в ГОСТ 11209-2014 при определении огнестойкости.

Хлопко-полиэфирная ткань с поверхностью 240 г/м² применяется не только для пошива специальной одежды, но и для изготовления туристических палаток. Требования пожарной безопасности распространяются на палатки для детских лагерей палаточного типа. ГОСТ Р 59567-2021 «Палатки. Требования пожарной безопасности. Методы испытаний на воспламеняемость» определяет критерии оценки способности к воспламенению текстильных и полимерных материалов, используемых в палатках, при воздействии маломощных источников возгорания. В рамках этих требований были проведены дополнительные испытания на воспламеняемость, чтобы проверить возможность использования хлопко-полиэфирной ткани, обработанной предложенной огнезащитной композицией, в качестве тентов для палаток. Оцениваемые критерии приведены на схеме рис. 9. В методике учитывается область применения материала: наружный тент палаток, внутренний тент палаток и их основные элементы, покрытие пола.

Критерии отнесения материалов к устойчивым к воспламенению		
Наружные тенты палаток	Внутренние тенты палаток и их основные элементы (в частности, противомоскитные сетки)	Материалы пола (покрытия пола) палаток
- отсутствует прогорание до кромок; - отсутствует воспламенение хлопчатобумажной ваты; - время остаточного пламенного горения составляет не более 5 с у любого из образцов, испытанных при поверхностном зажигании.	- отсутствует прогорание до кромок; - отсутствует воспламенение хлопчатобумажной ваты; - время остаточного пламенного горения составляет не более 5 с у любого из образцов, испытанных при зажигании с поверхности или кромок.	- время остаточного горения (тления) составляет не более 20 с; - максимальная длина поврежденной части образца не превышает 30 мм.

Рис. 9. Критерии, при выполнении которых материалы для палаток относятся к устойчивым к воспламенению

Испытания хлопко-полиэфирной ткани проводились согласно методикам, описанным в нормативно-технической литературе (рис. 8) на лабораторной установке компании GIBITRE Instruments S.r.l. Прибор для испытания на воспламеняемость представлен на рис. 10.

Для данного прибора также была изготовлена держатель-рамка, на которой

установлены шпильки для крепления образца с размерами в соответствии с методиками. Перед началом испытаний на основание прибора под образцом укладывали слой хлопчатобумажной ваты толщиной 10 мм. Параметры работы и установки газовой горелки регулировали в соответствии с требованиями методик.



Рис. 10. Лабораторная установка для испытаний на воспламеняемость материалов компании Gibitre Instruments S.r.l.

Результаты и обсуждение

Обработка ткани предложенным способом приводит к относительному привесу испытуемых образцов из хлопко-полиэфира до 20 % при исходной поверхностной плотности ткани 240 г/м². Следует отметить, что это мало отражается на грифе жесткости ткани, а, следовательно, не мешает дальнейшему пошиву изделий, не ухудшаются потребительские свойства.

При испытаниях образцов ткани с огнезащитой по ГОСТ 11209-2014 остаточного горения и тления не наблюдалось. В отличие от

этого, контрольный образец, не подвергнутый специальной обработке, полностью сгорел. При этом в процессе горения наблюдалось значительное распространение пепла внутри испытательной установки.

Результаты оценки показателей по ГОСТ 11209-2014 и ГОСТ Р 12.4.200-99 сведены в табл. 1. На рис. 11 приведена фотография образца ткани после оценки распространения пламени согласно ГОСТ Р 12.4.200-99 «Одежда специальная для защиты от тепла и огня».

Таблица 1. Результаты испытаний при ограниченном распространении пламени и определения свойств распространения пламени

Регистрируемые параметры	Испытания (средние показатели)*	
	Необработанный образец ткани	Обработанный образец ткани
Время остаточного горения, с	80	0
Время остаточного тления, с	120	0
Достигла ли нижняя граница пламени верхнего или вертикального (бокового) края при испытаниях пробы	Да	Нет
Образовалась ли дыры при испытаниях	Да	Нет
Наблюдалось ли горение пробы или появление расплавленных остатков	Наличие пепла	Нет
Время послесвечения с точностью до целых чисел, с	—	—
Длина обугленного участка, мм	200 (сгорел полностью)	30

* – погрешность полученных результатов не превышает 5 %.

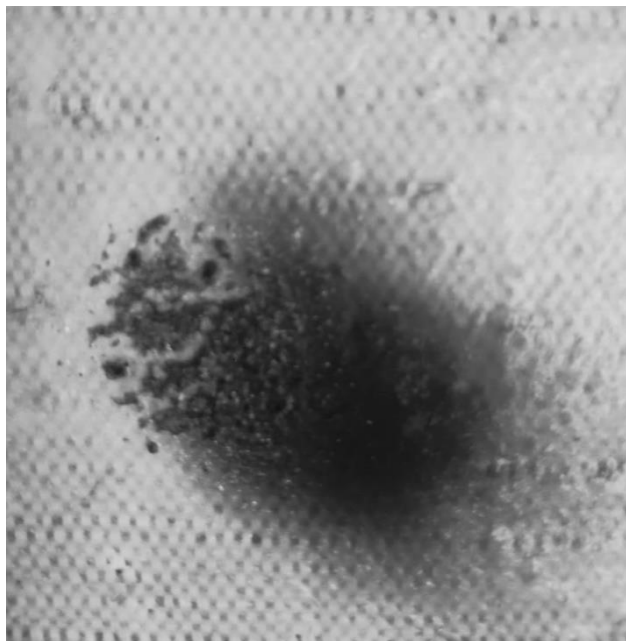
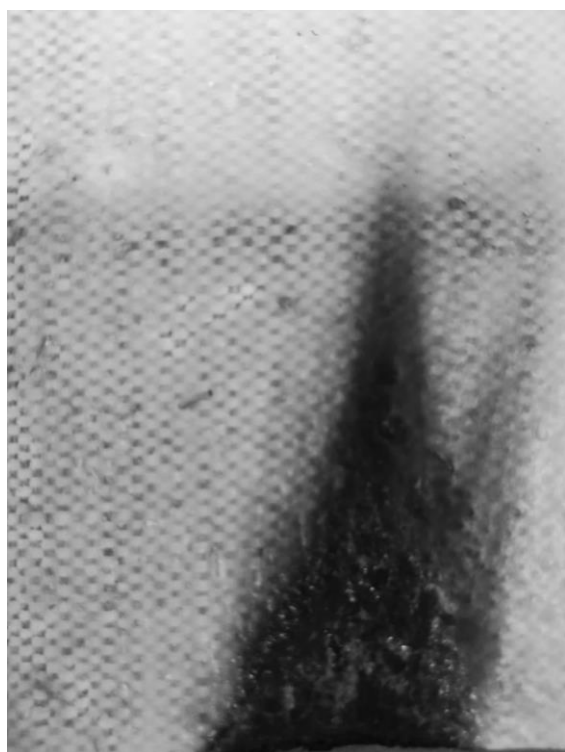


Рис. 11. Фотография результата испытания образца ткани, обработанного предложенным способом (прогорание отсутствует)

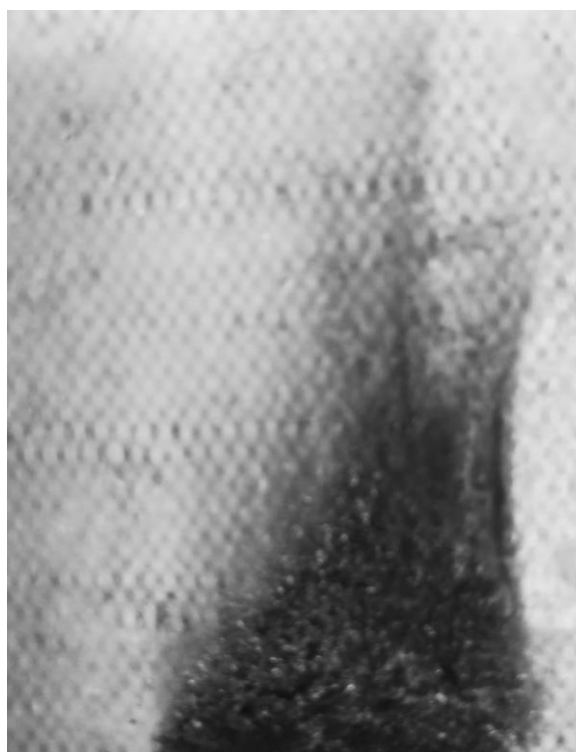
Соответственно ткань, обработанную предложенным способом, можно отнести к группе «огнестойкая» по ГОСТ 11209-2014 «Ткани хлопчатобумажные и смешанные защитные для спецодежды. Технические условия». В соответствии с ГОСТ Р 12.4.200-99 можно сделать заключение о способности не распространять пламя по поверхности.

Проведенные испытания на воспламеняемость в соответствии с ГОСТ Р 50810-95 «Пожарная безопасность текстильных материалов. Ткани декоративные. Метод испытания на воспламеняемость и классификация» показали, что образцы ткани, подвергшиеся обработке, после удаления из зоны пламени не поддерживали горения и тления. На рисунке 12 представлены фотографии образцов после испытаний (поджигание производилось с кромки). В табл. 2 приведены результаты испытаний.

Анализ данных табл. 2 показал, что образцы, обработанные предложенным составом по всем регистрируемым параметрам соответствуют значениям, при которых материал не поддерживает горение. В соответствии с нормативным документом этот материал относится к трудновоспламеняемым.



а – по основе



б – по утку

Рис. 12. Фотографии результатов испытания на воспламеняемость с кромки образца после обработки предложенным способом огнезащиты

Таблица 2. Результаты испытаний на воспламеняемость по ГОСТ 50810-95

Регистрируемые параметры	Испытания (средние показатели)*	
	основа	уток
Время зажигания с кромки, с	2	3
Время самостоятельного горения, с	3	5
Прогорание до кромки	-	-
Воспламенение хлопчатобумажной ваты	-	-
Длина обугленного участка, мм	30	25

* – погрешность полученных результатов не превышает 5 %.

В соответствии с ГОСТ 11209-85 «Ткани хлопчатобумажные и смешанные защитные для спецодежды» выпускаемые текстильным производством защитные ткани должны обладать огнезащитными свойствами. Наличие этих свойств подтверждается отсутствием горения и тления образцов после удаления из пламени. Результаты испытаний, приведенные в табл. 1 и содержащиеся в ней сведения о горении и тлении, позволили сделать выводы о том, что ткань обладает огнезащитными свойствами.

При испытании на устойчивость к воспламенению по ГОСТ Р 59567-2021 «Палатки. Требования пожарной безопасности. Методы испытаний на воспламеняемость» фиксируемыми результатами являлись время остаточного горения, наличие воспламенения или тления хлопчатобумажной ваты от падающих

частей или горящих капель испытуемого образца, прогорание до кромки. При проведении испытаний прогорание образцов до кромок и воспламенение ваты отсутствовало. Время остаточного пламенного горения не превышало 5 с (по основе – 4 с, по утку – 3 с). Следовательно, материал можно считать устойчивым к воспламенению.

Выводы

1. Проведен анализ и систематизированы имеющиеся в литературе данные об области применения материалов из полиэфирных волокон и их смесей с натуральными, особенностях поведения указанных материалов при воздействии пламени и способах их защиты. Выявлены существующие проблемы в области огнезащиты смесовых тканей.

2. Разработана рецептура состава на основе водного раствора Пироватекса и кремнийорганической смолы марки RUT 3010, растворенной в толуоле.

3. Разработан способ огнезащиты ткани технического назначения смесового состава (хлопок – 65 %, полиэфир – 35 %), реализуемый путем двухстадийной обработки: первая стадия – пропитка водным раствором коммерческого препарата Пироватекс, вторая стадия – обработка кремнийорганической смолой, растворенной в толуоле.

4. Проведены испытания на огнестойкость, на способность к распространению пламени, на определение группы воспламеняемости, на наличие огнезащитных свойств, на устойчивость ткани к воспламенению. В рамках данного исследования испытаниям были подвергнуты образцы, предварительно прошедшие пятикратную стирку в соответствии с установленными методиками.

5. Ткань, обработанная предложенным способом, характеризуется огнестойкостью, относится к группе текстильных материалов «трудновоспламеняемые», не способна распространять пламя по вертикали. Ввиду наличия огнезащитных свойств может применяться для изготовления специальной одежды в соответствии с ГОСТ 11209-85 «Ткани хлопчатобумажные и смешанные защитные для спец-одежды». Согласно ГОСТ Р 59567-2021

«Палатки. Требования пожарной безопасности. Методы испытаний на воспламеняемость» характеризуется устойчивостью к воспламенению и может применяться для внутренних и наружных тентов палаток.

6. Полученная хлопко-полиэфирная ткань с огнезащитными свойствами может использоваться в технических целях и сохранять огнезащитный эффект после пятикратной стирки. Полученные образцы ткани соответствуют национальным стандартам, предъявляющим требования к материалам для специальной одежды для защиты от тепла и огня, раскаленных частиц, а также для палаток, в части, касающейся показателей огнестойкости и воспламенения.

Работа выполнена в рамках государственного задания на НИР «Разработка базы данных «Пожарная опасность текстильных материалов» в целях судебной пожарно-технической экспертизы» (НИР «Текстиль») (подпункт 9.1 пункта 9 раздела I 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 2025 год и плановый период 2026 и 2027 годов, утвержденного приказом МЧС России от 17.07.2024 г. № 592).

Список литературы

1. Влияние кремнийсодержащих добавок на эффективность огнезащитной обработки текстильных материалов / А. Х. Салихова, С. А. Сырбу, О. Г. Циркина [и др.] // Современные проблемы гражданской защиты. 2022. № 2 (43). С. 91–99.

2. Разработка огнезащитных композиций для обивочных мебельных тканей / О. Г. Циркина, А. Х. Салихова, С. А. Сырбу [и др.] // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. 2024. № 1 (409). С. 122–130.

3. Тимофеева С. В., Малясова А. С., Хелевина О. Г. Материалы пониженной пожарной опасности с покрытием на основе жидких силиконовых каучуков, отвержденным методом полиприсоединения // Пожаровзрывобезопасность. 2011. Т. 20. № 9. С. 22–25.

4. Study the kinetics of thermolysis of textile materials modified by polyorganosiloxanes / A. S. Fedorinov, M. V. Vinokurov, S. V. Timofeeva [et al.]. Russian Journal of General Chemistry, 2016, vol. 86, issue 2, pp. 484-487; 2014, vol. 58, issue 2, pp. 74–78.

5. Кулик В. И., Нилов А. С. Связующие

для полимерных композиционных материалов: учебное пособие. – СПб.: Балт. гос. техн. ун-т, 2019. – 52 с.

6. Разработка огнезащитных составов для текстильных материалов / С. А. Сырбу, В. А. Бурмистров, Д. Б. Самойлов [и др.] // Технологии техносферной безопасности. 2011. № 5 (39). С. 13.

7. 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. Vliyaniye kremniysoderzhashchikh dobavok na effektivnost' ognezashchitnoy obrabotki tekstil'nykh materialov [Influence of silicon-containing additives on the efficiency of fire protection treatment of textile materials] / A. Kh. Salikhova, S. A. Syrbu, O. G. Tsirkina [et al.]. *Sovremennyye problemy grazhdanskoй zashchity*, 2022, vol. 2 (43), pp. 91–99.

2. Razrabotka ognezashchitnykh kompozitsiy dlya obivochnykh mebel'nykh tkaney [Development of fire retardant compositions for

upholstery furniture fabrics] / O. G. Tsirkina, A. Kh. Salikhova, S. A. Syrbu [et al.]. *Izvestiya vuzov. Tekhnologiya tekstil'noy promyshlennosti*, 2024, vol. 1 (409), pp. 122–130.

3. Timofeeva S. V., Malyasova A. S., Khelevina O. G. Materialy ponizhennoy pozharной opasnosti s pokrytiyem na osnove zhidkikh siloksanovykh kauchukov, otverzhdannym metodom poliprisoyedineniya [Low-fire-hazard materials with a coating based on liquid siloxane rubbers cured by the polyaddition method]. *Pozharovzryvobezopasnost'*, 2011, Vol. 20, issue 9, pp. 22–25.

4. Study the kinetics of thermolysis of textile materials modified by polyorganosiloxanes / A. S. Fedorinov, M. V. Vinokurov, S. V. Timofeeva [et al.]. *Russian Journal of General Chemistry*, 2016, vol. 86, issue 2, pp. 484–487; 2014, vol. 58, issue 2, pp. 74–78.

5. Kulik V. I., Nilov A. S. Svyazuyushchiye dlya polimernykh kompozitsionnykh materialov: uchebnoye posobiye [Binders for polymer composite materials: a tutorial]. SPb.: Balt. gos. tekhn. un-t, 2019. 52 p.

6. Razrabotka ognezashchitnykh sostavov dlya tekstil'nykh materialov [Development of fire retardant compositions for textile materials] / S. A. Syrbu, V. A. Burmistrov, D. B. Samoilov [et al.]. *Tekhnologii tekhnosfernoy bezopasnosti*, 2011, vol. 5 (39), p. 13.

7. Problemnyye voprosy normirovaniya pokazateley pozharной opasnosti tekstil'nykh materialov [Problematic issues of standardization of fire hazard indicators of textile materials] / A. Kh. Salikhova, O. G. Tsirkina, S. A. Syrbu [et al.]. *Sovremennyye problemy grazhdanskoy zashchity*, 2024, vol. 3 (52), pp. 62–70.

Салихова Ани́са Ха́мидовна

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

Циркина О́льга Герма́новна

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

Сырбу́ Светла́на Алекса́ндровна

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,
Российская Федерация, г. Иваново
доктор химических наук, профессор
E-mail: syrbue@yandex.ru

Syrbu Svetlana Alexandrovna

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 chemistry sciences, professor
E-mail: syrbue@yandex.ru

Баринова Елена Васильевна

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

кандидат химических наук

E-mail: lenok-ch@list.ru

Barinova Elena Vasilievna

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 chemistry sciences

E-mail: lenok-ch@list.ru

Клушин Алексей Николаевич

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

E-mail: gpn-obninsk@mail.ru

Klushin Alexey Nikolaevich

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: gpn-obninsk@mail.ru