

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВ ТЕКСТИЛЬНОЙ И ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Научная статья

УДК 677.047

EDN NDLZEN

<https://doi.org/10.34216/2587-6147-2024-4-66-7-13>

Алина Адиковна Халилова¹

Наталья Васильевна Тихонова²

Ильмира Фаритовна Сайфутдинова³

^{1,2} Казанский национальный исследовательский технологический университет, г. Казань, Россия

³ Казанский химический научно-исследовательский институт, г. Казань, Россия

¹ nata.tikhonova.81@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2241-869X>

² adikovna777@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3189-5559>

³ isayfutdinova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9954-4125>

ИССЛЕДОВАНИЕ СТОЙКОСТИ К ОТКРЫТОМУ ПЛАМЕНИ НАТУРАЛЬНЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ С ВОДООТТАЛКИВАЮЩЕЙ ПРОПИТКОЙ

Аннотация. В статье рассмотрен вопрос о влиянии водоотталкивающих аппретов текстильных материалов на их огнестойкость. Представлены результаты исследования стойкости к открытому пламени натуральных текстильных материалов, обработанных раствором силана с хлорпарафином, и образцов-аналогов с водоотталкивающей пропиткой. Анализ полученных данных показал, что после обработки стойкость к открытому пламени образцов саржи увеличилась в 2 раза по сравнению с контрольным образцом и в 1,6 – по сравнению с образцами-аналогами. Стойкость к открытому пламени брезента возросла в 2,2 раза, как по сравнению с контрольным образцом, так и по сравнению с образцами-аналогами. Результаты исследования указывают на необходимость учета параметров огнестойкости материалов при разработке рабочей одежды из материалов натурального происхождения.

Ключевые слова: брезент, саржа, текстильные материалы, силан, хлорпарафин, водоотталкивающая пропитка, огнестойкость, спецодежда

Для цитирования. Халилова А. А., Тихонова Н. В., Сайфутдинова И. Ф. Исследование стойкости к открытому пламени натуральных текстильных материалов с водоотталкивающей пропиткой // Технологии и качество. 2024. № 4(66). С. 7–13. <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2024-4-66-7-13>.

Original article

Alina A. Khalilova¹

Natalia V. Tikhonova²

Ilmira F. Sayfutdinova³

^{1,2} Kazan National Research Technological University, Kazan, Russia

³ Kazan Chemical Research Institute, Kazan, Russia

STUDY OF FIRE RESISTANCE OF NATURAL TEXTILE MATERIALS WITH WATER-REPELLENT IMPREGNATION WATER-REPELLENT IMPREGNATION

Abstract. The article deals with the issue of the influence of water-repellent appretizers of textile materials on their fire resistance. The results of the study of fire resistance of natural textile materials treated with a solution of silane with chlorparaffin and samples of analogs with water-repellent impregnation are pre-

sented. The analysis of the obtained data showed that after treatment the fire resistance of twill samples increased 2 times in comparison with the control sample and 1.6 times in comparison with the samples-analogues. The fire resistance of tarpaulin increased by 2.2 times both in comparison with the control sample and with the analog samples.

Keywords: tarpaulin, twill, textile materials, silane, chloroparaffin, water-repellent impregnation, fire resistance, overalls

For citation: Khalilova A. A., Tikhonova N. V., Sayfutdinova I. F. Study of fire resistance of natural textile materials with water-repellent impregnation water-repellent impregnation. Technologies & Quality. 2024. No 4(66). P. 7–13. (In Russ.). <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2024-4-66-7-13>.

В настоящее время в текстильной промышленности Российской Федерации наблюдается тенденция к увеличению использования химических аппретов в качестве придания материалам специальных свойств с целью разработки высококачественной рабочей одежды.

Для разработки рабочей одежды используют материалы различного волокнистого состава, однако на сегодняшний день представлен многочисленный ряд рабочей одежды из 100 % хлопка. Это связано с тем, что хлопчатобумажные ткани в силу строения хлопковых волокон обладают преимуществами в следующих показателях: хорошо впитывают влагу и обладают высокой воздухопроницаемостью, мягкие и удобные в носке; имеют достаточную теплоизоляцию [1]. Однако использование данного вида материала, с учетом его высоких достоинств, недостаточно для проектирования рабочей одежды, так как в настоящее время одним из основных требований к текстильным материалам является защита от неблагоприятных воздействий погодных условий и общих производственных загрязнений. Для достижения данной цели текстильные материалы подвергаются обработке гидрофобными аппретами [2–6]. Существующие гидрофобные аппреты, применяемые на стадии заключительной отделки, могут как положительно, так и отрицательно влиять на некоторые характеристики материалов [7]. Так, гидрофобизация может приводить к понижению огнестойкости, ведь обработанный текстильный материал содержит в себе большое количество отделочных химических веществ, которые могут быть горючими [8]. Таким образом, возникает интерес определения показателя огнестойкости материалов, обработанных водоотталкивающей пропиткой.

На первом этапе исследований нами получена водоотталкивающая пропитка с применением следующих реагентов: дистиллированная вода комнатной температуры (92,50 мл), силан марки А-1100 (5,00 мл) и хлорпарафин (ХП) марки ХП-470 (2,50 мл). В качестве кон-

трольных образцов отобраны текстильные материалы с натуральным волокнистым составом, чаще всего используемом для проектирования рабочей защитной одежды от общих производственных факторов: саржа (100 % – хлопок), брезент (60 % – лен, 40 % – хлопок).

Огнестойкость образцов текстильных материалов [9] оценивали по ГОСТ Р 12.4.200–99.

В качестве объектов исследований отобраны опытные образцы материалов, обработанные раствором силана с ХП, а также образцы-аналоги с водоотталкивающей (ВО) пропиткой, которые по переплетению и волокнистому составу соответствуют опытным образцам. Основные характеристики исследуемых материалов, изменение гидрофобных и прочностных характеристик образцов после обработки водоотталкивающей пропиткой на основе силана и ХП представлены в таблице 1.

Из таблицы 1 можно сделать вывод о том, что обработка текстильных материалов пропиткой из силана и ХП не ухудшает прочностные характеристики.

Для проведения испытания на подготовленные образцы с помощью шаблона нанесены метки, обозначающие расположение штифтов держателя. Испытываемые образцы устанавливали на штифты держателя таким образом, чтобы штифты проходили через точки, отмеченные с помощью шаблона, а проба находилась на расстоянии (20 ± 1) мм от прямоугольной металлической рамы держателя. Затем держатель с пробой закрепляли на установочной раме. Горелку устанавливали перпендикулярно к поверхности испытываемых образцов таким образом, чтобы ось горелки располагалась на 20 мм выше линии нижних штифтов и была направлена к вертикальной центральной линии лицевой стороны испытываемой пробы. Кончик горелки должен находиться на расстоянии (17 ± 1) мм от поверхности пробы. На рисунке 1 представлена схема расположения горелки.

Полученные экспериментальные данные представлены в таблице 2.

Т а б л и ц а 1

Основные характеристики натуральных текстильных материалов

Наименование материала, производитель	Вид отделки	Поверхностная плотность, г/м ²	Волокнистый состав, %	Краевой угол смачивания, град	Прочность на разрыв, Н	
					основа	уток
Контрольные образцы						
1. Саржа, «Балтийский текстиль», РФ	-	240	Хлопок – 100	73	791,38	271,62
2. Брезент, «ТканиТЕКС», РФ	-	340	Лен – 60, хлопок – 40	82	734,46	699,90
Опытные образцы						
1. Саржа после обработки раствором силана и ХП	ВО (Силан + ХП)	288	Хлопок – 100	116	791,67	271,34
2. Брезент после обработки раствором силана и ХП	ВО (Силан + ХП)	476	Лен – 60, хлопок – 40	117	735,64	696,64
Образцы-аналоги						
1. Саржа Премьер Cotton 250, «Чайковский текстиль», РФ	МВО	260	Хлопок – 100	103	787,32	598,21
2. Саржа-240, «Балтийский текстиль», РФ	ВО	240	Хлопок – 100	98	783,91	268,42
3. Саржа Канвас, Китай	ВО	270	Хлопок – 100	96	807,64	458,39
4. Брезент, «Балтийский текстиль», РФ	ВО	340	Лен – 60, хлопок – 40	98	936,27	570,24

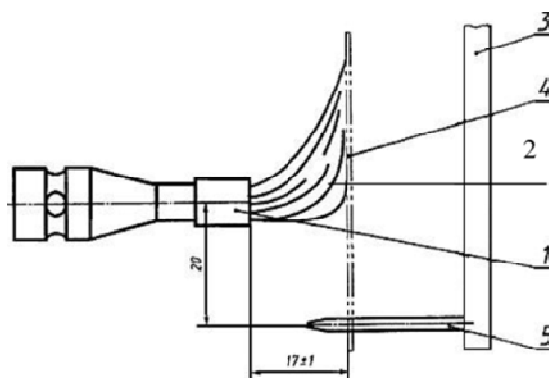


Рис. 1. Схема расположения горелки при регулировании пламени
1 – горелка; 2 – пламя; 3 – рама держателя; 4 – элементарная проба; 5 – штифт

Т а б л и ц а 2

Стойкость исследуемых образцов к воздействию открытого пламени

Наименование образца	Время воздействия пламени, с				Остаточное горение	Стойкость к воздействию открытого пламени, с
<i>Контрольные образцы</i>						
Саржа, «Балтийский текстиль»	2	3	4	5	Нет	4
					Нет	
					Есть	
					Есть	
Брезент, «ТканиТЕКС»	3	4	5	6	Нет	5
					Нет	
					Есть	
					Есть	

Окончание табл. 2

Наименование образца	Время воздействия пламени, с	Остаточное горение	Стойкость к воздействию открытого пламени, с
<i>Опытные образцы</i>			
Саржа после обработки раствором силана и ХП	5	Нет	8
	6		
	7		
	8		
Брезент после обработки раствором силана и ХП	8	Нет	11
	9		
	10		
	11		
<i>Образцы-Аналоги</i>			
Саржа Премьер Cotton 250, «Чайковский текстиль»	4	Есть	4
	5		
Саржа-240, «Балтийский текстиль»	4	Нет	5
	5		
Саржа Канвас, Китай	3	Нет	5
	4		
	5		
	6		
Брезент, «Балтийский текстиль»	3	Нет	5
	4		
	5		

Полученный результат образцов-аналогов, представленный в табл. 2, показал, что пропитка, нанесенная на исследуемые материалы, не ухудшает огнестойкость. Она равна или выше по сравнению с контрольными образцами без пропитки.

Остаточное горение наблюдается у образцов Саржа, Брезент, Премьер Cotton 250, Саржа-240, Канвас при воздействии открытого пламени в течение 4...5 с. В случае опытных образцов, обработанных раствором силана с ХП, наблюдается повышение огнестойкости. Для визу-

ального восприятия полученных результатов представлены графики (рис. 2, 3).

Из рисунка 2 можно сделать вывод о том, что огнестойкость опытных образцов выше по сравнению с контрольными образцами в 2 раза, с образцами-аналогами в 1,6 раз.

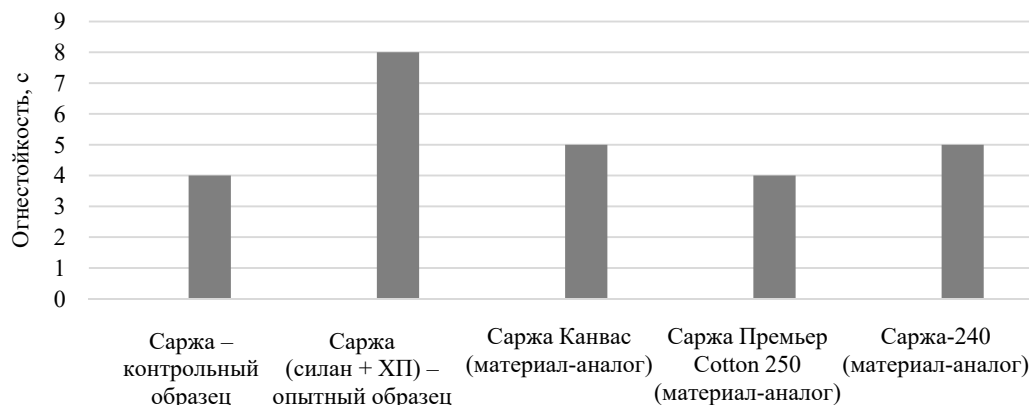


Рис. 2. Огнестойкость текстильных материалов из хлопка

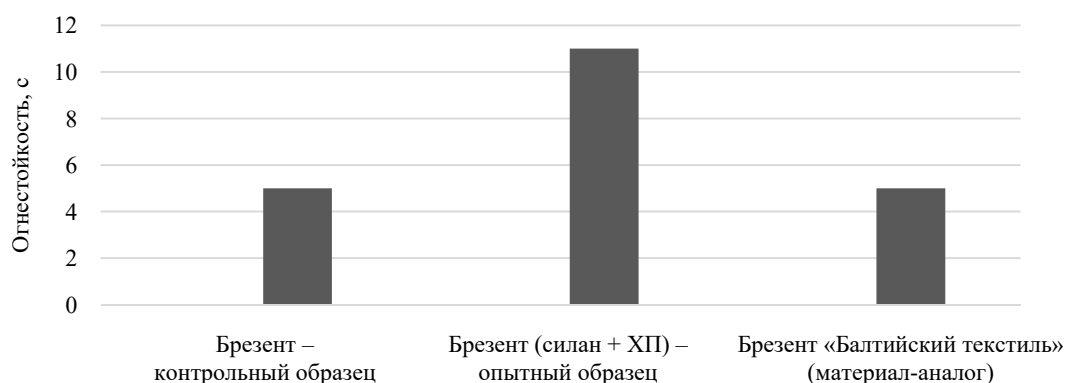


Рис. 3. Огнестойкость текстильных материалов из брезента

Анализ экспериментальных данных показывает, что водоотталкивающая пропитка на основе раствора силана с ХП не только придает гидрофобные свойства материалам, но и повышает огнестойкость. Гидрофобизация текстильных материалов достигается за счет формирования покрытия из веществ с наиболее низкой поверхностной энергией [10]. Повышение огнестойкости образцов материалов объясняется наличием в водоотталкивающей пропитке хлорпарафина, который применяется не только для придания гидрофобности, но и в качестве антипирена для текстильных материалов и полимерных композиций [11, 12]. Механизм действия хлорпарафина изучен подробно и заключается в разбавлении горючих газов горения за счет выделяющихся инертных газообразных продуктов [13]. Силан же, в свою очередь, находящийся в растворе с хлорпарафином, не ухудшает его действие как антипирена.

Полученные результаты исследований образцов брезента (см. рис. 3) аналогичны результатам по материалам из 100% хлопка (см. рис. 2). Так, обработка раствором силана с ХП образцов брезента повышает огнестойкость исследуемых образцов по сравнению с контрольными и образцами-аналогами в 2,2 раза.

ВЫВОДЫ

В результате проведенных исследований установлено, что применение раствора силана с хлорпарафином в качестве пропитки для текстильных материалов не только придает им водоотталкивающие свойства, но и позволяет повысить огнестойкость. Это открывает новые перспективы для использования таких материалов в различных отраслях промышленности, где требуется сочетание гидрофобных и огнестойких свойств.

Таким образом, результаты исследования указывают на необходимость учета параметров огнестойкости материалов при разработке рабочей одежды из материалов натурального происхождения, поскольку эти характеристики определяют пригодность материала для различных типов изделий.

Достигнутые эффекты в дальнейшем будут исследоваться на предмет возможных хи-

мических превращений при взаимодействия данных компонентов пропитки следующими методами: ИК-спектроскопия, дифференциаль-

ная сканирующая калориметрия (ДСК), конфокальная лазерная сканирующая микроскопия (КЛСМ).

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Нуркулов Ф. Н., Раупов А. Р., Джалилов А. Т. Повышение огнестойкости текстильных тканей на основе целлюлозы // *Universum: технические науки : электрон. науч. журн.* 2021. № 7(88). URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/12111> (дата обращения: 2.09.2024).
2. Халилова А. А., Тихонова Н. В. К вопросу о применении раствора силана в качестве заключительной отделки в производстве текстильных материалов // *Костюмология.* 2022. Т. 7, № 1. URL: <https://kostumologiya.ru/PDF/31TLKL122.pdf> (дата обращения: 2.09.2024).
3. Набиев Н. Д., Миратаев А. А., Усманова Ф. С. Изучение процесса гидрофобизации хлопчатобумажных текстильных материалов новыми аппретами // *Universum: технические науки : электрон. науч. журн.* 2022. № 4(97). URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/13400> (дата обращения: 2.09.2024).
4. Морозов А. В. Современные технологические ресурсы формирования гидрофобных свойств текстильных материалов // *Международный студенческий научный вестник.* 2018. № 5. URL: <https://eduherald.ru/ru/article/view?id=19202> (дата обращения: 2.09.2024).
5. Баданова А. К. Модификация поверхности целлюлозного волокна для придания гидрофобных свойств // *Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоемкие технологии и материалы (SMARTEX).* 2014. № 1. С. 109–113.
6. Рябчиков Е. А. Разработка и исследование функциональной композиции для придания гидрофобных и олеофобных свойств текстильным материалам из синтетических волокон // *Сборник научных статей 5-й Междунар. науч. конф. перспективных разработок молодых ученых.* Т. 4. Курск, 2020. С. 453–458.
7. Makhotkina L., Khalilova A. Hydrophobic textile materials with organosilicon impregnation // *E3S Web of Conferences.* Moscow, 2020. P. 03025.
8. Придание огнестойкости текстильным материалам различного назначения / Е. Л. Владимирцева, С. В. Смирнова, О. И. Одинцова, М. В. Винокуров // *Российский химический журнал.* 2014. Т. 58, № 2. С. 49–58.
9. Сабирзянова Р. Н., Красина И. В. Оборудование и методики испытаний текстильных материалов на огнестойкость // *Вестник Казанского технологического университета.* 2014. Т. 17, № 19. С. 120–123.
10. Сумм Б. Д., Горюнов Ю. В. Физико-механические основы смачивания и растекания. М. : Химия, 1976. 232 с.
11. Основные способы и механизмы повышения огнестойкости материалов / В. Ф. Каблов, О. М. Новопольцева, В. Г. Кочетков, А. Г. Лапина // *Известия ВолгГТУ.* 2016. № 4(183). С. 46–60.
12. Пат. № 2636500 С1 Российская Федерация, МПК В32В 25/02, С08L 9/06, С08L 27/06. Многослойный защитный полимерно-текстильный материал на основе бутадиен-стирольного термоэластопласта: № 2016131809 : заявл. 02.08.2016 : опубл. 23.11.2017 / О. В. Барнягина, Д. П. Юматова, Л. Э. Зарипова [и др.] ; заявитель АО «Казанский химический научно-исследовательский институт».
13. Берлин А. А. Горение полимеров и полимерные материалы пониженной горючести // *Соросовский образовательный журнал.* 1996. № 9. С. 57–63.

REFERENCES

1. Nurkulov F. N., Raupov A. R., Jalilov A. T. Increasing the fire resistance of cellulose-based textile fabrics. *Universum: tekhnicheskie nauki* [Universum: Technical Sciences]. 2021;7(88). URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/12111> (accessed 2.09.2024). (In Russ.)
2. Khalilova A. A., Tikhonova N. V. On the question of the use of a solution of silane as a final finish in the production of textile materials. *Kostyumologiya* [Journal of Clothing Science]. 2022;7,1. URL: <https://kostumologiya.ru/PDF/31TLKL122.pdf> (accessed 2.09.2024). (In Russ.)
3. Nabiev N. D. Study of the process of hydrophobization of cotton textile materials by new sizes. *Universum: tekhnicheskie nauki* [Universum: Technical Sciences]. 2022;4(97). URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/13400> (accessed 2.09.2024). (In Russ.)

4. Morozov A. V. Modern technological resources of formation of hydrophobic properties of textile materials. *Mezhdunarodnyj studencheskij nauchnyj vestnik* [International Student Scientific Bulletin]. 2018;5. URL: <https://eduherald.ru/ru/article/view?id=19202> (accessed 2.09.2024). (In Russ.)
5. Badanova A. K. Modification of cellulose fiber surface to give hydrophobic properties. *Fizika voloknistyh materialov: struktura, svojstva, naukoemkie tekhnologii i materialy (SMARTEX)* [Physics of fibrous materials: structure, properties, knowledge-intensive technologies and materials (SMARTEX)]. 2014;1:109–113. (In Russ.)
6. Ryabchikov E. A. Development and research of functional composition for giving hydrophobic and oleophobic properties to textile materials from synthetic fibers Collection of scientific articles of the 5th International Scientific Conference of promising developments of young scientists. Vol. 4. Kursk, 2020. P. 453–458. (In Russ.)
7. Makhotkina L., Khalilova A. Hydrophobic textile materials with organosilicon impregnation. E3S Web of Conferences. Moscow, 2020. P. 03025.
8. Vladimirtseva E. L., Smirnova S. V., Odintsova O. I., Vinokurov M. V. Giving fire resistance to textile materials for various purposes. *Rossijskij himicheskij zhurnal* [Russian Chemical Journal]. 2014;58,2:49–58. (In Russ.)
9. Sabirzyanova R. N., Krasina I. V. Equipment and methods of testing textile materials for fire resistance. *Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta* [Bulletin of Kazan Technological University]. 2014;17,19:120–123. (In Russ.)
10. Summ B. D., Goryunov Yu. V. Physico-mechanical bases of wetting and spreading. Moscow, Khimiya Publ., 1976. 232 p.
11. Kablov V. F., Novopol'tseva O. M., Kochetkov V. G., Lapina A. G. The main ways and mechanisms to improve fire- and heat resistance of materials. *Izvestija VolgGTU* [Izvestia Volgograd State Technical University]. 2016;4(183):46–60. (In Russ.)
12. Barnyagina O. V., Yumatova D. P., Zaripova L. E. [and others]. Multilayer protective polymer-textile material based on butadiene-styrene thermoplastic elastomer. Pat. Russian Federation, No. 2636500 C1 MPK B32B 25/02, C08L 9/06, C08L 27/06. No. 2016131809 : applied for. 02.08.2016 : published on 23.11.2017 ; applicant Joint Stock Company Kazan Chemical Research Institute.
13. Berlin A. A. Polymer combustion and polymeric materials of reduced flammability. *Sorosovskij obrazovatel'nyj zhurnal* [Soros Educational Journal]. 1996;9:57–63. (In Russ.)

Статья поступила в редакцию 15.10.2024
Принята к публикации 30.10.2024