

Научный журнал «Костюмология» / Journal of Clothing Science <https://kostumologiya.ru>

2019, №1, Том 4 / 2019, No 1, Vol 4 <https://kostumologiya.ru/issue-1-2019.html>

URL статьи: <https://kostumologiya.ru/PDF/09TLKL119.pdf>

Статья опубликована 05.06.2019

**Ссылка для цитирования этой статьи:**

Лутфуллина Г.Г., Махоткина Л.Ю., Халилова А.А. Гидрофобизирующие эмульсии в текстильной и легкой промышленности // Научный журнал «Костюмология», 2019 №1, <https://kostumologiya.ru/PDF/09TLKL119.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ.

**For citation:**

Lutfullina G.G., Makhotkina L.Yu., Khalilova A.A. (2019). Water repellent emulsions in textile light industry. *Journal of Clothing Science*, [online] 1(4). Available at: <https://kostumologiya.ru/PDF/09TLKL119.pdf> (in Russian)

УДК 677

ГРНТИ 64.29.23

**Лутфуллина Гульназ Гусмановна**

ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», Казань, Россия  
Профессор кафедры «Плазмохимических и нанотехнологий высокомолекулярных материалов»  
Доктор технических наук, доцент  
E-mail: [gulnaz777@bk.ru](mailto:gulnaz777@bk.ru)

**Махоткина Лилия Юрьевна**

ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», Казань, Россия  
Зав. кафедрой «Конструирования одежды и обуви», профессор  
Доктор технических наук, профессор  
E-mail: [lili\\_makh@mail.ru](mailto:lili_makh@mail.ru)

**Халилова Алина Адиковна**

ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», Казань, Россия  
Аспирант кафедры «Конструирование одежды и обуви»  
E-mail: [adikovna777@yandex.ru](mailto:adikovna777@yandex.ru)

## **Гидрофобизирующие эмульсии в текстильной и легкой промышленности**

**Аннотация.** В настоящее время при разработке рабочей одежды с защитой от кислот применяют материалы из смеси шерсти и синтетических волокон вследствие высокого показателя поверхности материала стойкости к щелочам. Одним из важных факторов при проектировании качественной рабочей одежды является правильный подбор пакета материала, защищающий от воздействия различных вредных веществ и влаги. Для придания тканям необходимых кислотозащитных, водо-, масло-, грязезащитных свойств их нужно гидрофобизировать. Из-за частых стирок рабочей одежды пропитка должна обладать стойкостью к многократным стиркам и химическим чисткам. В последние годы особое внимание уделяют изучению свойств гидрофобных поверхностей текстильных материалов. Авторами представлен обзор применяемых текстильно-вспомогательных веществ и способы придания текстильным материалам гидрофобных свойств. Авторами статьи проведен патентный поиск в области применения кремнийорганических веществ в текстильной и легкой промышленности. Рассмотрены диссертационные работы, посвященные исследованию текстильно-вспомогательных веществ для придания гидрофобных свойств текстильным материалам. По проведенному анализу применения текстильно-вспомогательных веществ в текстильной промышленности, выявлено, что водо- и грязеотталкивающая пропитка

материалов занимает важное место в процессах отделки текстильных материалов, способствуя изменению их характеристик. Так, повышаются углы смачивания, прочностные характеристики. При этом такие пропитки, как правило, экономически целесообразны. Также большим недостатком является необходимость наличия специального оборудования, то есть, работа практически не возможна в промышленном масштабе. Присутствует также риск ухудшения прочностных показателей материалов, требуется наличие дополнительного оборудования.

**Ключевые слова:** рабочая одежда; текстильные материалы; водные эмульсии; гидрофобизаторы; кремнийорганические соединения; силаны; силиконы; текстильно-вспомогательные вещества

В настоящее время из-за предъявляемых высоких требований к качеству и конкурентоспособности выпускаемой продукции, большое внимание уделяется созданию химических препаратов для получения высоких физико-механических показателей текстильных материалов. Одним из важных факторов при проектировании качественной рабочей одежды является правильный подбор пакета материала, защищающий от воздействия различных вредных веществ и влаги. В последние годы особое внимание направлено на изучение свойств гидрофобных поверхностей текстильных материалов.

Гидрофобные материалы обладают особенными многофункциональными качествами: водоотталкивающими свойствами, стойкостью к загрязнению, стойкостью к кислотам и щелочам.

Водоотталкивающее свойство материала зависит от значения поверхностной энергии и фактуры материала. Следовательно, для получения положительного результата следует применять покрытия с более низкой энергией [1].

В настоящее время при разработке рабочей одежды с защитой от кислот применяют материалы из смеси шерсти и синтетических волокон вследствие высокого показателя поверхности материала стойкости к щелочам. Сорбируясь на ткани из волокон природного происхождения, пары кислот химически взаимодействуют с волокном и разрушают его. Этого не происходит на волокнах из синтетических полимерных веществ [2]. Для придания тканям необходимых кислотозащитных, водо-, масло-, грязезащитных свойств их нужно гидрофобизировать. Из-за частых стирок рабочей одежды пропитка должна обладать стойкостью к многократным стиркам и химическим чисткам. Для поддержания комфортного пододежного микроклимата гидрофобная рабочая одежда должна обладать высокими гигиеническими свойствами.

С целью придания материалам гидрофобных свойств различают четыре способа отделки тканей:

1. Покрытие материала сплошной водонепроницаемой пленкой. На поверхность материала наносят покрытие из органических смол и затем обрабатывают ее кремнийорганическим составом.
2. Покрытие ткани водоотталкивающей пленкой. На ткань наносят силоксаны, парафин, пиридиновые, циркониевые или фторсодержащие соединения, обладающие водоотталкивающими свойствами.
3. Набухающая отделка. Применяется при изготовлении брезента из хлопчатобумажной ткани. На ткань наносят специальные смолы, обладающие свойством набухания при попадании воды на поверхность материала.

4. Комбинированный метод. Используют все три способа отделки тканей [3].

К наиболее известным текстильно-вспомогательным веществам, придающим водоотталкивающие свойства тканям относят следующие:

1. Соединения, образующие эмульсии (эферы, сорбит, производные оксикарбоновых кислот, оксиэтилированные жирные кислоты, азотсодержащие соединения, производные алкилимидазолина. Гидрофобную поверхность первой группы получают методом замачивания, после чего на поверхности волокна образовывается полимолекулярный слой, повышающий гидрофобные показатели вследствие получения высокой адгезии к волокну.

2. Соединения различной химической природы (металлокомплексные соединения, соединения солей алюминия с парафином или воском, соединения солей циркония с воском, комбинация хрома и жирных кислот, перфторированные соединения хрома и жирных кислот, жирные кислоты, поликарбоновые кислоты, эфиры фосфорной кислоты, производные алкиладипиновой кислоты, силиконаты, полиалкилгидросилоксаны, олигдиметилсилоксаны, полидиметилсилоксановые каучуки, фторкарбоновые смолы)<sup>1</sup>.

Среди перечисленных текстильно-вспомогательных веществ наиболее широкое применение в текстильной и кожевенной отраслях и на предприятиях химической чистки нашли кремнийорганические соединения или силиконы, благодаря их универсальности и высокой эффективности. Кремнийорганическими полимерами называют синтетические полимеры, в молекулах которых содержатся атомы кремния и углерода. Превращение метилхлосилана в олигомерные продукты происходит в результате конденсации под действием воды. Диметилдихлорсилан образует смесь олигомеров циклической и линейной структуры, называемые олигодиметилсилоксанами. Циклический олигосилоксан способен к полимеризации за счет размыкания циклов, а линейный с концевыми ОН-группами способен к реакции конденсации. Как при первом, так и при втором случае на поверхности текстильных материалах образуются полимерные пленки. При превращении метилтрихлорсилана в нерастворимый полимер образуется трехмерная сетчатая структура. Высокая гидрофобность текстильных материалов с использованием вышеуказанного продукта не нарушается даже в условиях сушки при комнатной температуре. При этом происходит его превращение в сшитый полисилоксан. В смеси  $(\text{CH}_3)\text{-SiCl}_2$  и  $\text{CH}_3\text{SiCl}_3$  последний трифункционален и работает как сшивающий агент. Вследствие того, что препараты обладают малым поверхностным натяжением, поэтому при гидрофобизации текстильных материалов поглощаются поверхностью волокон ткани, заполняя при этом поры и капилляры. Полимолекулярный слой на поверхности волокон, образующийся при отверждении полимера обладает высокой адгезионной способностью. Поглощение силикона может привести к появлению водородной связи между кислородом силоксановой группы и полярными группами поверхности волокна. Химическое взаимодействие функциональных групп волокна с реакционноспособными группами полимера приводит к закреплению силикона на волокнах. Поскольку полярные группы  $\text{SiO}$  находятся у поверхности волокна, а в окружающую среду направлены углеводородные радикалы, проявляется гидрофобное действие силикона<sup>1</sup>.

Для придания гидрофобности текстильным материалам кремнийорганические соединения можно использовать в виде растворов и паров органических растворителей.

Олигоалкилгидридсилоксаны являются универсальными гидрофобизаторами. Возможно получение продуктов с разным содержанием водорода у кремния и с различной реакционной способностью. Это зависит от исходных алкилхлорсиланов, применяемых для конденсации. Показатель гидрофобности обрабатываемого материала можно увеличивать при

<sup>1</sup> URL: <http://www.travers.su>.

более низких температурах, что особенно важно для текстильных волокон. Краевой угол смачивания пленки, образуемый олигомером на поверхности текстильного материала, составляет около  $50^\circ$ , а после нагревания или при использовании катализаторов –  $90^\circ$ . Измерения при этом происходят при комнатной температуре. Независимо от температуры (комнатной или при нагревании) при длительной выдержке обрабатываемого материала наблюдается повышение показателя его гидрофобности. Это объясняется тем, что при окислении связи 81-Н олигометилгидридсилоксан превращается в сетчатый полимер. Подтверждением служат ИК-спектры, указывающие на уменьшение числа групп 81-Н и 81-СН<sub>3</sub> с течением времени. При этом не исключаются ориентационные эффекты полимера на поверхности обрабатываемого материала [3].

Силазаны – органосиланы, которые содержат аминогруппу у атома кремния. Аминогруппы представляют собой продукты взаимодействия алкилхлорсиланов с аммиаком. Такое соединение легко подвергается гидролизу, выделяя при этом газообразный аммиак. Последний оказывает вредное воздействие на текстильные волокна. Полиалкилсилазаны используют в виде разбавленных растворов в органических растворителях. Закрепление раствора на волокне происходит без термообработки.

Водорастворимые кремнийорганические гидрофобизаторы – алкилсиликонаты натрия – нашли широкое применение для гидрофобизации различных материалов. В связи с тем, что растворы алкилсиликонатов натрия имеют высокую щелочность, их растворы при использовании часто нейтрализуют. В сочетании с солями комплексообразующих металлов, например, никеля, меди, свинца, циркония и др., алкилсиликонаты натрия применяются для гидрофобизации волокнистых материалов, содержащих гидроксильные и эфирные группы [4; 5].

Для обработки материалов кремнийорганические соединения могут применяться в виде водно-спиртовых и органических растворов или водных эмульсий. Недостаток водно-спиртовых и органических растворителей объясняется сложным производством, наличием вытяжных и рекуперационных систем недостаточной мощности и склонностью растворов к пенообразованию, снижающей производительность оборудования. Высококонцентрированные эмульсии более устойчивые и легко разбавляются до нужной концентрации [6].

На сегодняшний день одним из обсуждаемых вопросов является разработка химических составов для аппретирования поверхности текстильных материалов в качестве стадии завершающей отделки. Вещество должно обладать всеми предъявляемыми к нему требованиями. При этом оно должно быть способным изменять и регулировать свойства как натуральных, так и синтетических материалов [7; 8].

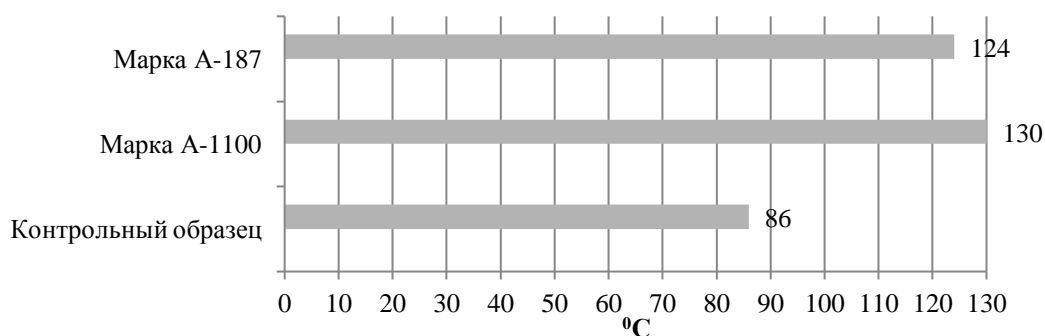
По литературным данным, приведенным выше, для придания текстильным материалам гидрофобных свойств, в качестве заключительной отделки используется широкий ассортимент текстильно-вспомогательных веществ. Так, Шатаевой Д.Р. [9] в качестве гидрофобизации кожевенных полуфабрикатов предлагаются кремнийорганические растворы марок А-1100 и А-187. Однако в настоящее время в текстильной промышленности данные растворы не нашли свое применение. Поэтому, интересным и целесообразным являлась оценка влияния предложенных растворов на исследуемые в работе объекты – **бязь** (суровая). Также следует отметить, что представленные материалы имеют сложный химический состав, характеризующийся высокими гидрофобными показателями.

Применение любых химических соединений в текстильной промышленности, при образовании пленки на поверхности, приводит к понижению гигиенических показателей. Показатель гигиеничности при проектировании одежды играет высокую роль, так как

самочувствие человека зависит от одежды, которая создает вокруг тела определенный микроклимат. Микроклимат, в свою очередь, зависит от условий внешней среды, внутреннего теплового состояния человека, а также от свойств системы материалов, из которых изготавливается изделие [10]. Таким образом, помимо изучения влияния кремнийорганических растворов марок А-1100 и А-187 на поверхность текстильных материалов в качестве гидрофибирующей пленки, цель работы заключалась в исследовании физико-механических показателей. По результатам оптимизации, проведенные с помощью пакета программ Statistica 6.0, выбраны параметры обработки, позволяющие получить текстильные материалы с гидрофобной поверхностью.

Исследуемые показатели проводились по ГОСТ 3813-72 «Материалы текстильные. Ткани и штучные изделия. Методы определения разрывных характеристик при растяжении»; ГОСТ 3816-81 «Полотна текстильные. Методы определения гигроскопичности и водоотталкивающих свойств». Измерение динамического краевого угла смачивания проводились стандартным прибором для гравиметрических измерений краевого угла тензиометром «DCAT 21».

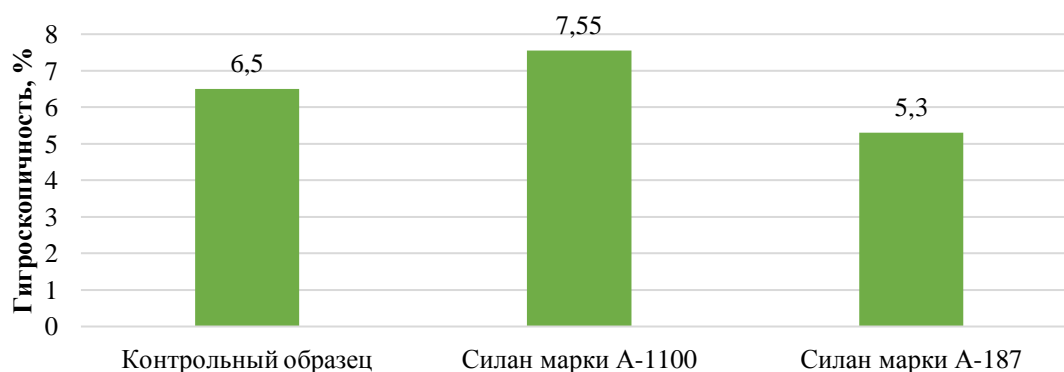
На рисунке 1 представлена диаграмма краевого угла смачивания обработанных образцов кремнийорганическими растворами марок А-1100 и А-187.



**Рисунок 1.** Значения краевого угла смачивания обработанного образца

По рисунку 1 видно, что гидрофобность текстильных материалов повышается с увеличением краевого угла смачивания. Например, значение краевого угла смачивания поверхностей бязи, обработанного кремнийорганическим раствором марки А-1100 повышается до  $130^{\circ}$ , в то время как обработка маркой А-187 способствует повышению измеряемого показателя до  $121^{\circ}$ . Раствор марки А-1100 повышает гидрофобность материалов (или краевой угол смачивания) по сравнению с маркой А-187 на 4,6 %.

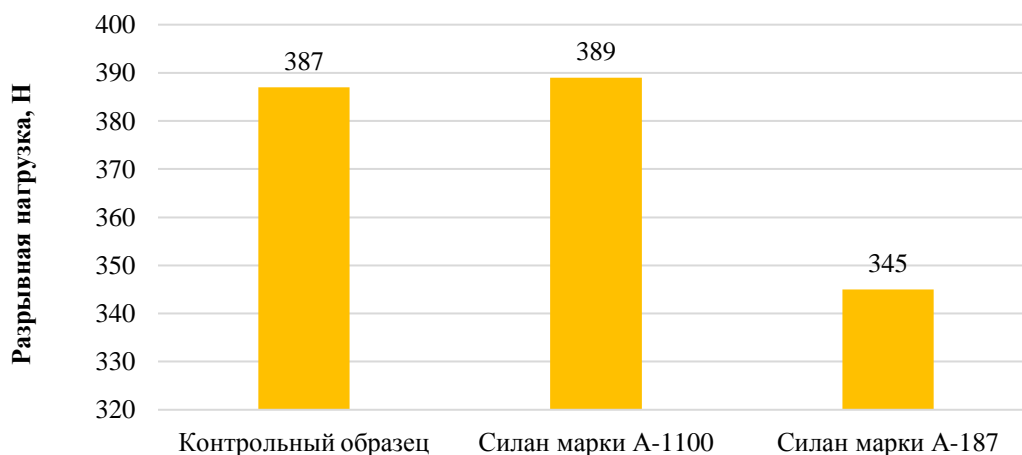
На рисунке 2 показан график показателя гигроскопичности исследуемых материалов контрольных образцов и опытных, обработанных растворами марок А-1100 и А-187.



**Рисунок 2.** Гигроскопичность исследуемого образца до и после обработки (рисунок авторов)

На рисунке 2 видно, что обработка образца бязи текстильно-вспомогательными растворами способствует изменению гигроскопичности материала. Положительное влияние на гигроскопичность материала оказывает раствор марки А-1100, позволив увеличить измеряемый показатель по сравнению с контрольным образцом на 16 %. Обработка образцов раствором марки А-187 привело к ухудшению гигроскопичности на 18 %.

На рисунке 3 представлена диаграмма разрывной нагрузки обработанных образцов бязи и брезента и контрольных.



**Рисунок 3.** Разрывная нагрузка исследуемого образца (рисунок авторов)

По рисунку видно, что обработка бязи силаном А-187 отрицательно влияет на прочностные характеристики материала и по сравнению с контрольным образцом разрывная нагрузка снижается на 10,8 %. Силан марки А-1100 не оказывает отрицательного влияния на прочностные характеристики материала.

Таким образом, изучено влияние водного раствора на основе силана марок А-187 и А-1100 на прочностные и гигиенические характеристики текстильных материалов. Выявлено, что для получения гидрофобной поверхности текстильных материалов без ухудшения эксплуатационных и гигиенических свойств изделия в целом обработка текстильных материалов водным раствором на основе силана А-1100 целесообразно применять.



## ЛИТЕРАТУРА

1. А.П. Жихарев, И.Ш. Абдуллин, Л.Ю. Махоткина. Влияние факторов окружающей среды на материалы легкой промышленности. Монография. – Казань. 2011. – 232 с.
2. Данченко, В.В. Применение катионоактивных препаратов для интенсификации процессов заключительной отделки целлюлозосодержащих текстильных материалов / В.В. Данченко, Д.Г. Сарибекова, Л.В. Салеба, О.Я. Семешко // Вестник Херсонского национального технического университета. – 2015. – №2 (53). – С. 28–32.
3. Фрицлер А.А. Исследование влияния сшивающего агента на свойства кремнийорганического покрытия / А.А. Фрицлер // Профессионал года 2018 сборник статей XI Международного научно-исследовательского конкурса – Пермь: Из-во МЦНС «Наука и Просвещение». – 2018. – С. 15–20.
4. Николаенко Г.Р. Минлебаева М.Н. Обзор существующих гидрофобизирующих материалов, используемых в легкой промышленности / Вестник технологического университета. 2015. – Т. 18. – №21. С. 86–87.
5. Копачевская Н.В. Разработка технологии нетканых термоскрепленных полотен с повышенными физико-механическими свойствами: дис. ... канд. техн. наук / Н.В. Копачевская – Москва, 2016. – 199 с.
6. Баталенкова В.А. Разработка технологии нетканых материалов способом термоскрепления волокнистых холстов из модифицированных химических волокон: дис. ... канд. техн. наук / В.А. Баталенкова – Москва, 2004. – 195 с.
7. Кольцова Ю.А. Теоретическое обоснование и разработка технологии гидрофобной отделки текстильных материалов с использованием кремнийорганических соединений на основе олиго(этоксисилоксана): дис. ... канд. техн. наук / Ю.А. Кольцова. – Москва, 2001. – 189 с.
8. Кумеева Т.В. Сверхгидрофобизация полиэфирных текстильных материалов посредством модифицирования их поверхности политетрафторэтиленом: дис. ... канд. техн. наук / Т.В. Кумеева. – Иваново, 2010.
9. Шатаева Д.Р. Разработка технологии получения гидрофобного кожевенного полуфабриката с улучшенными физико-механическими и гигиеническими свойствами: дис. ... канд. техн. наук / Д.Р. Шатаева. – Казань, 2014. – 159 с.
10. Махоткина Л.Ю., Насыбулина А.А., Галялутдинова Р.М. Повышение гигиенических показателей в одежде специального назначения / Вестник технологического университета. 2015. – Т. 18. – №21. С. 86–87.

**Lutfullina Gulnaz Gusmanovna**

Kazan national research technological university, Kazan, Russia  
E-mail: gulnaz777@bk.ru

**Makhotkina Liliya Yurievna**

Kazan national research technological university, Kazan, Russia  
E-mail: lili\_makh@mail.ru

**Khalilova Alina Adikovna**

Kazan national research technological university, Kazan, Russia  
E-mail: adikovna777@yandex.ru

## Water repellent emulsions in textile light industry

**Abstract.** Currently, in the development of working clothes with protection against acids, materials from a mixture of wool and synthetic fibers are used due to the high rate of alkali resistance of the material surface. One of the important factors in the design of high-quality workwear is the correct selection of a package of material that protects against the effects of various harmful substances and moisture. To give the tissues the necessary acid-protective, water-, oil- and dirt – protective properties, they need to be water – repellent. Due to frequent washes of working clothes, impregnation should be resistant to repeated washes and dry-cleaning. In recent years, special attention is paid to the study of the properties of the hydrophobic surfaces of textile materials. The authors presented an overview of the applied textile auxiliaries and methods for imparting hydrophobic properties to textile materials. The authors of the article conducted a patent search in the field of application of organosilicon substances in textile and light industry. The dissertation papers devoted to the study of textile auxiliaries to impart hydrophobic properties of textile materials are considered. According to the analysis of the use of textile auxiliaries in the textile industry, it was found that water and dirt repellent impregnation of materials occupies an important place in the finishing processes of textile materials, contributing to changes in their characteristics. So, increase wetting angles, strength characteristics. At the same time such impregnations, as a rule, are economically viable. Also a big disadvantage is the availability of special equipment, that is, the work is practically not possible on an industrial scale. There is also a risk of deterioration of the strength properties of materials, the availability of additional equipment is required.

**Keywords:** working clothes; textile materials; water emulsions; water repellents; silicone compounds; silanes; silicones; textile auxiliaries



## REFERENCES

1. A.P. Zhikharev, I.Sh. Abdullin, L.Yu. Makhotkina. Vliyanie faktorov okruzhayushchey sredy na materialy legkoy promyshlennosti. Monografiya. – Kazan'. 2011. – 232 s.
2. Danchenko, V.V. Primenenie kationoaktivnykh preparatov dlya intensivatsii protsessov zaklyuchitel'noy otdelki tsellyulozoderzhashchikh tekstil'nykh materialov / V.V. Danchenko, D.G. Saribekova, L.V. Saleba, O.Ya. Semeshko // Vestnik Khersonskogo natsional'nogo tekhnicheskogo universiteta. – 2015. – №2 (53). – S. 28–32.
3. Fritsler A.A. Issledovanie vliyaniya sshivayushchego agenta na svoystva kremniyorganicheskogo pokrytiya / A.A. Fritsler // Professional goda 2018 sbornik statey XI Mezhdunarodnogo nauchno-issledovatel'skogo konkursa – Perm': Iz-vo MTSNS «Nauka i Prosveshchenie». – 2018. – S. 15–20.
4. Nikolaenko G.R. Minlebaeva M.N. Obzor sushchestvuyushchikh gidrofobiziruyushchikh materialov, ispol'zuemykh v legkoy promyshlennosti / Vestnik tekhnologicheskogo universiteta. 2015. – T. 18. – №21. S. 86–87.
5. Kopachevskaya N.V. Razrabotka tekhnologii netkanykh termoskrepennykh poloten s povyshennymi fiziko-mekhanicheskimi svoystvami: dis. ... kand. tekhn. nauk / N.V. Kopachevskaya – Moskva, 2016. – 199 s.
6. Batalenkova V.A. Razrabotka tekhnologii netkanykh materialov sposobom termoskrepneniya voloknistykh kholstov iz modifitsirovannykh khimicheskikh volokon: dis. ... kand. tekhn. nauk / V.A. Batalenkova – Moskva, 2004. – 195 s.
7. Kol'tsova Yu.A. Teoreticheskoe obosnovanie i razrabotka tekhnologii gidrofobnoy otdelki tekstil'nykh materialov s ispol'zovaniem kremniyorganicheskikh soedineniy na osnove oligo(ehtoksi)siloksana: dis. ... kand. tekhn. nauk / Yu.A. Kol'tsova. – Moskva, 2001. – 189 s.
8. Kumeeva T.V. Sverkhgidrofobizatsiya poliehfirnykh tekstil'nykh materialov posredstvom modifitsirovaniya ikh poverkhnosti politetraftorehtilenom: dis. ... kand. tekhn. nauk / T.V. Kumeeva. – Ivanovo, 2010.
9. Shataeva D.R. Razrabotka tekhnologii polucheniya gidrofobnogo kozhevennogo polufabrikata s uluchshennymi fiziko-mekhanicheskimi i gigienicheskimi svoystvami: dis. ... kand. tekhn. nauk / D.R. Shataeva. – Kazan', 2014. – 159 s.
10. Makhotkina L.Yu., Nasybulina A.A., Galyalutdinova R.M. Povyshenie gigienicheskikh pokazateley v odezhde spetsial'nogo naznacheniya / Vestnik tekhnologicheskogo universiteta. 2015. – T. 18. – №21. S. 86–87.