

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

2022, №1, Том 7 / 2022, No 1, Vol 7 <https://kostumologiya.ru/issue-1-2022.html>

URL статьи: <https://kostumologiya.ru/PDF/31TLKL122.pdf>

**Ссылка для цитирования этой статьи:**

Халилова, А. А. К вопросу о применении раствора силана в качестве заключительной отделки в производстве текстильных материалов / А. А. Халилова, Н. В. Тихонова // Костюмология. — 2022. — Т. 7. — № 1. — URL: <https://kostumologiya.ru/PDF/31TLKL122.pdf>

**For citation:**

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. *Journal of Clothing Science*, 1(7): 31TLKL122. Available at: <https://kostumologiya.ru/PDF/31TLKL122.pdf>. (In Russ., abstract in Eng.).

**Халилова Алина Адиковна**

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

**Тихонова Наталья Васильевна**

ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», Казань, Россия  
Заведующая кафедры «Конструирования одежды и обуви»  
Доктор технических наук, профессор  
E-mail: [nata.tikhonova.81@mail.ru](mailto:nata.tikhonova.81@mail.ru)  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2241-869X>  
РИНЦ: [https://www.elibrary.ru/author\\_profile.asp?id=750903](https://www.elibrary.ru/author_profile.asp?id=750903)  
SCOPUS: <https://www.scopus.com/authid/detail.url?authorId=57193534168>

## **К вопросу о применении раствора силана в качестве заключительной отделки в производстве текстильных материалов**

**Аннотация.** В статье авторами рассмотрен вопрос о возможности применения раствора силана в качестве получения гидрофобной поверхности на этапе заключительной отделки в производстве текстильных материалов. В статье представлены результаты исследования влияния раствора силана на гидрофобные характеристики текстильных материалов. Авторами получены результаты, которые позволяют заключить, что обработка текстильных материалов силанами марок А-1100 и А-187 в качестве гидрофобизаторов способствует получению гидрофобных поверхностей. По проведенным исследованиям выявлено, что обработка образцов силаном марки А-1100 способствует повышению времени впитывания капли воды на поверхности. Помимо этого, авторами выявлено, что применение силана марки А-1100 при температуре сушке ниже 100°C придает текстильным материалам гидрофильные характеристики.

**Ключевые слова:** текстильные материалы; гидрофобность; силаны; время впитывание капли воды; характеристики; концентрация силана в растворе; температура сушки образцов

### **Введение**

Гидрофобная отделка применяется для защиты текстильных материалов от намокания при неблагоприятных погодных условиях, в связи с тем, что влага (или иное жидкое вещество), смачивая поверхность материала снижает прочностные характеристики, а также повышает

скорость размножения микроорганизмов. Для снижения способности текстильных материалов впитывать влагу, необходимо понизить поверхностную энергию волокна таким образом, чтобы она стала ниже поверхностной энергии влаги, это возможно при введении на поверхностный слой волокна гидрофобизирующих эмульсий [1; 2].

В качестве гидрофобизирующих эмульсий могут служить растворы на основе силана. Силаном называют соединение кремния с водородом, общая формула которого:  $\text{Si}_n\text{H}_{2n+2}$  [3]. Широкое применение силанов в жизни связано с тем, что они обладают уникальными качествами такими как: придание гидрофобности, увеличение или уменьшение адгезии поверхности материалов, сохранение свойств при резком изменении температурных параметров, долговечность, придание диэлектрических свойств материалу.

Обработка текстильных материалов кремнийорганическими соединениями технологически достаточно проста. Насыщение материалов возможно проводить как эмульсионным способом, так и растворами силанов в воде или органических растворителях [4; 5]. Для импрегнирования текстильных материалов раствором силана в органических растворителях требуется специальное оборудование. Упрощенным вариантом импрегнирования текстильных материалов является эмульсионный способ гидрофобизации. Такой метод приближен к традиционным схемам обработки текстильных материалов в качестве заключительной отделки.

При обработке текстильных материалов кремнийорганическими соединениями волокна материала обволакиваются молекулами силана, приобретает при этом гидрофобные свойства [6; 7]. Гидрофобизаторы из кремнийорганических соединений делятся на три группы:

1. Водорастворимые соединения.
2. Соединения, не входящие в реакцию с водой.
3. Соединения, входящие в реакцию с водой, образуя органосиланы и преобразующиеся далее в органосилоксаны.

К первой группе относят следующие компоненты:

- органосиликонаты натрия;
- многоатомные спирты;
- этилцеллозольвы и алкоксипроизводные метилы.

К соединениям, не входящие в реакцию с водой: полиорганогидросилоксаны и полиорганосилоксанола. К третьей группе относят органосиланы, содержащие функциональные группы атома кремния.

Эффективность различных препаратов, используемых в настоящее время для этой цели, можно расположить в ряд по мере увеличения их гидрофобизирующей активности: парафины, силаны и силоксаны, фторсодержащие углеводороды [8; 9].

### Объекты и методы исследования

Придание гидрофобных свойств текстильным материалам предполагает уменьшение их поверхностной энергии [10]. Для придания гидрофобных свойств текстильным материалам предлагается использовать силаны с метильными, этильными и пропильными группами. В качестве гидрофобизирующего агента текстильных материалов выбраны отделочные материалы: силан марки А-187 (g-глицидилоксипропилтриметоксисилан) и силан марки А-1100 (аминопропилтриэтоксисилан).

В качестве объекта исследования выбраны текстильные материалы, характеристики которых представлены в таблице 1.

Таблица 1

Характеристика текстильных материалов

Название материалов	ГОСТ	Артикул	Состав
Бязь суровая	ГОСТ 29298-2005	262	Хлопок — 100 %
Брезент суровый	ГОСТ 15530 93	11135 Д	Лен — 60 %, Хлопок — 40 %

Оценка возможности применения описанных растворов в качестве придания гидрофобных свойств поверхности материалам проводилась по экспресс-методу исследования времени впитывания капли.

Результаты и обсуждения

На рисунке 1 и 2 представлены зависимости влияния концентрации раствора силана на время впитывания капли воды опытных образцов.

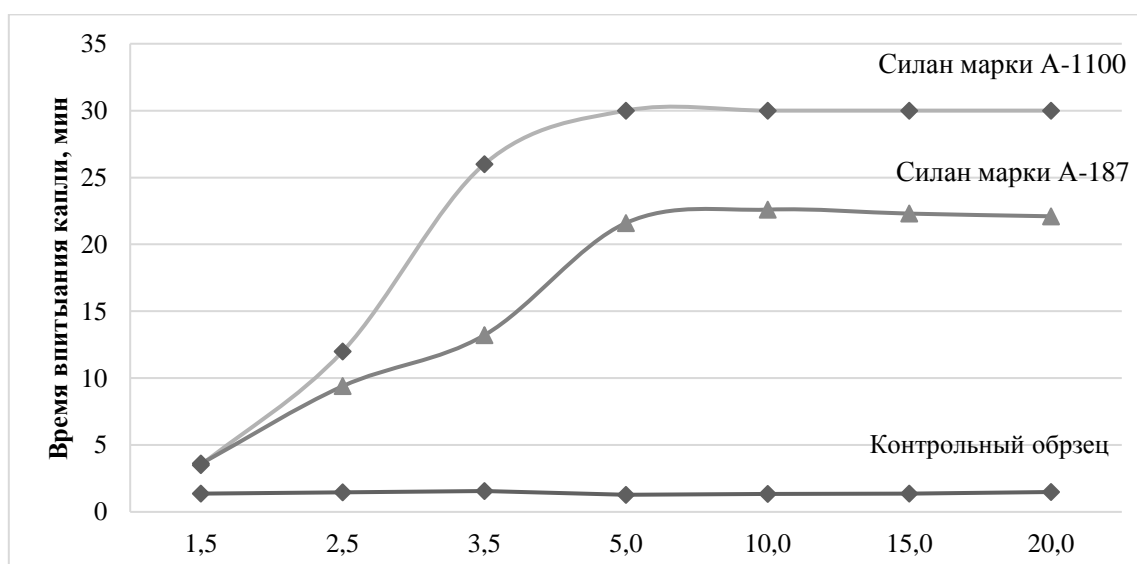
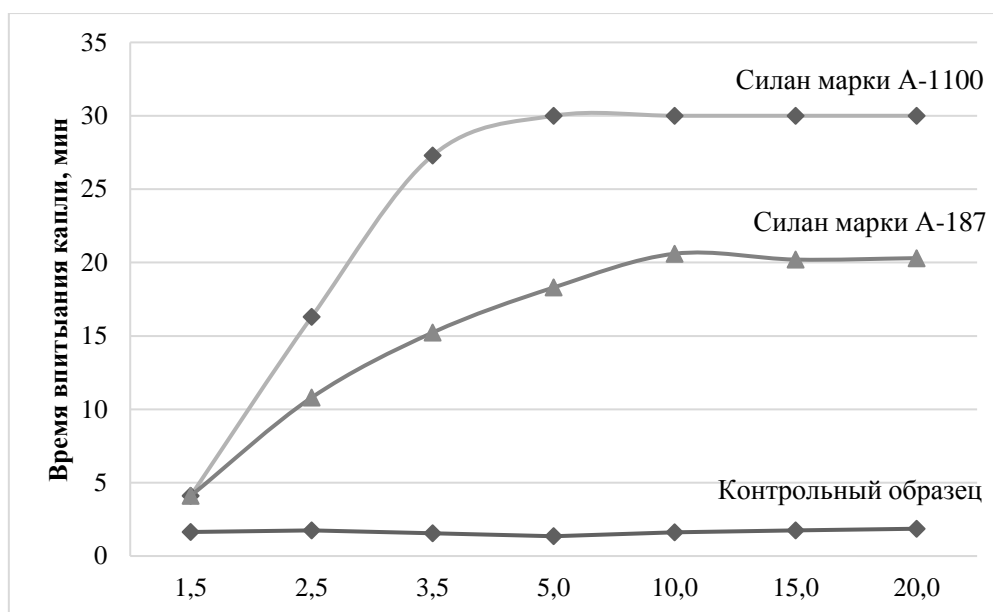


Рисунок 1. Зависимость времени впитывания капли воды на поверхности суровой бязи от концентрации силана в растворе при температуре сушке 180°C

Следует отметить, что температура раствора пропитки материалов составила 40°C. Величина параметра выбрана исходя из анализа результатов предыдущих работ в данной области [3]. Анализ графиков показывает, что применение силанов марок А-1100 и А-187 способствует получению гидрофобной поверхности суровой бязи. При концентрации силана А-1100 в растворе 1,5 г/дм³ время впитывания капли на поверхности бязи по сравнению с контрольным образцом увеличилось в 2,5 раза. Увеличение концентрации силана марки А-1100 до 5,0 г/дм³ приводит к двадцатикратному повышению продолжительности впитывания. При увеличении концентрации силана марки А-1100 в растворе результат времени впитывании капли воды повторяется и остается стабильным. Второй раствор — силан марки А-187 показал сравнительно ниже результаты во времени впитывания капли воды на поверхности бязи. Так, с увеличением концентрации до 5,0 г/дм³ значение по оси ординат повышается до 23 мин. дальнейшее увеличение концентрации силана в растворе также нецелесообразно.



**Рисунок 2.** Зависимость времени впитывания капли на поверхности брезента от концентрации силана в растворе при температуре сушки 180°C

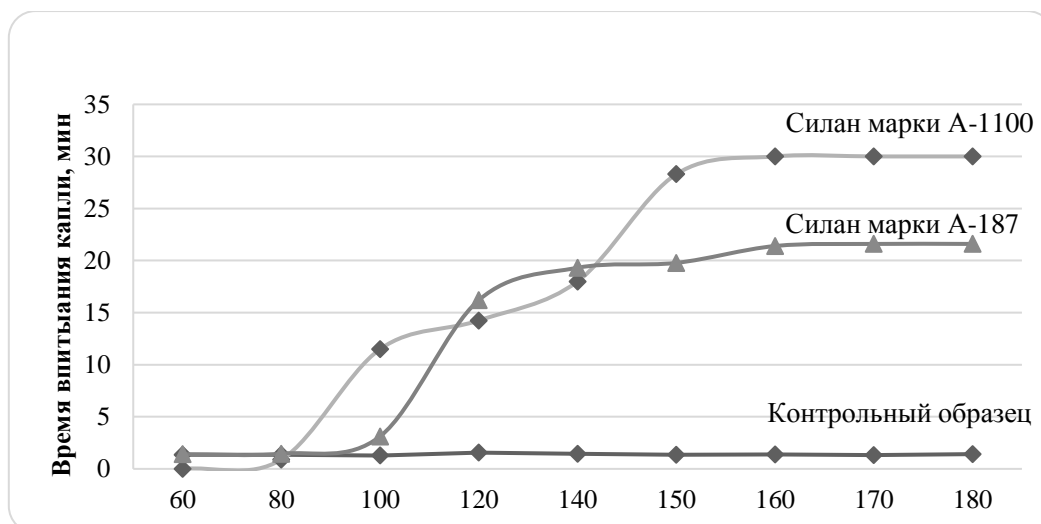
Как следует из рисунка 2, при обработке поверхности брезента исследуемыми растворами, характер графиков аналогичен с графиками на рисунке 1. Наблюдается степень гидрофобности брезента, обработанного с участием силана марки А-1100: при расходе его 5,0 г/дм<sup>3</sup> время впитывания капли воды возрастает до 30 мин., что в 16 раз выше контрольного образца и остается неизменным при дальнейшем повышении концентрации силана в растворе. Силан А-187 позволяет добиться следующих результатов: при его концентрации 5,0 г/дм<sup>3</sup> удается достичь 22 мин. удержания капли на поверхности, что в 11 раз выше контрольного образца.

Таким образом, обработка бязи и брезента раствором силанов способствует получению гидрофобной поверхности текстильных материалов. По данным графикам 1 и 2 видно, что наилучший результат наблюдается при концентрации от 5,0 г/м<sup>3</sup>. Доказано, что при понижении концентрации исследуемых вспомогательных веществ требуемый эффект гидрофобности не достигается. А при повышении расхода этих веществ — эффект не изменяется. Вместе с тем, из представленных зависимостей можно сделать вывод, что силан марки А-1100 по сравнению с силаном марки А-187 позволяет повысить время впитывания капли воды на поверхности бязи на 32,7 % и составляет 30 мин; для пропитки брезента увеличивается на 45,6 % и равно 30 мин.

Дальнейшие исследования направлены на изучение влияния предварительной сушки материалов, обработанных растворами силанов на продолжительность впитывания капли воды. Из данных периодической литературы [4] известно, что именно при сушке происходит заключительное структурирование материалов и способность воды смачивать данный материал уменьшается.

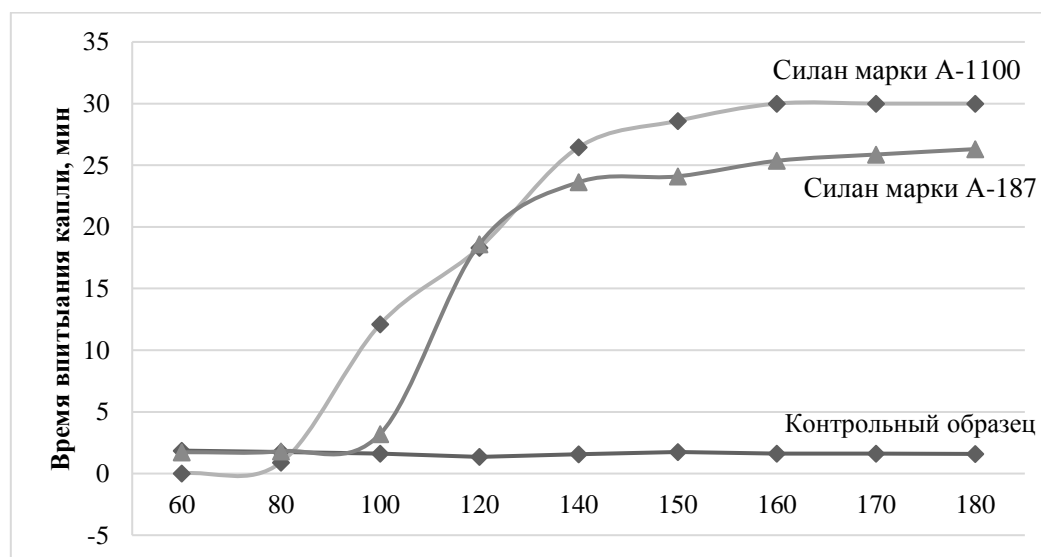
На рисунке 3 и 4 представлены зависимости влияния температуры сушки обработанных образцов на время впитывания капли воды на поверхности текстильных материалов.

Изучение кинетики впитывания капли воды в случае обработки исследуемыми растворами бязи показывает, что положительный результат достигается при температуре сушки от 100°C и выше. При сушке образцов, обработанных силаном марки А-1100 при 100°C результат времени впитывания капли воды на поверхности бязи улучшается в 9 раз, а при обработке силаном марки А-187 в 1,8 раз.



**Рисунок 3.** Зависимость времени впитывания капли воды на поверхности суровой бязи от температуры сушки образцов при концентрации силана в растворе  $5,0 \text{ г/дм}^3$

Максимальным положительным результатом времени впитывания является обработка бязи силаном марки А-1100 при температуре  $160^\circ\text{C}$  и составляет 30 мин. При температуре сушки  $180^\circ\text{C}$  результат аналогичен, что свидетельствует о нецелесообразности применения данной температуры. Вместе с тем, образцы, обработанные силаном марки А-1100, высушенные при температуре ниже  $100^\circ\text{C}$  приобретают гидрофильные свойства материалы. Силан марки А-187 также способствует увеличению времени впитывания капли на поверхности бязи, однако полученные результаты уступают силану марки А-1100 в 1,2 раза.

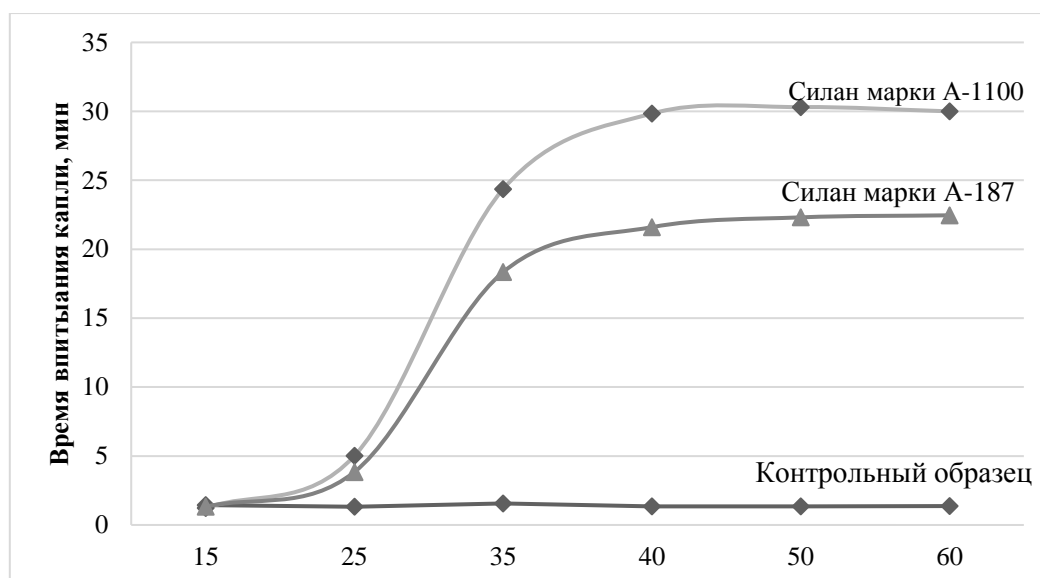


**Рисунок 4.** Зависимость времени впитывания капли воды на поверхности брезента от температуры сушки образцов при концентрации силана в растворе  $5,0 \text{ г/дм}^3$

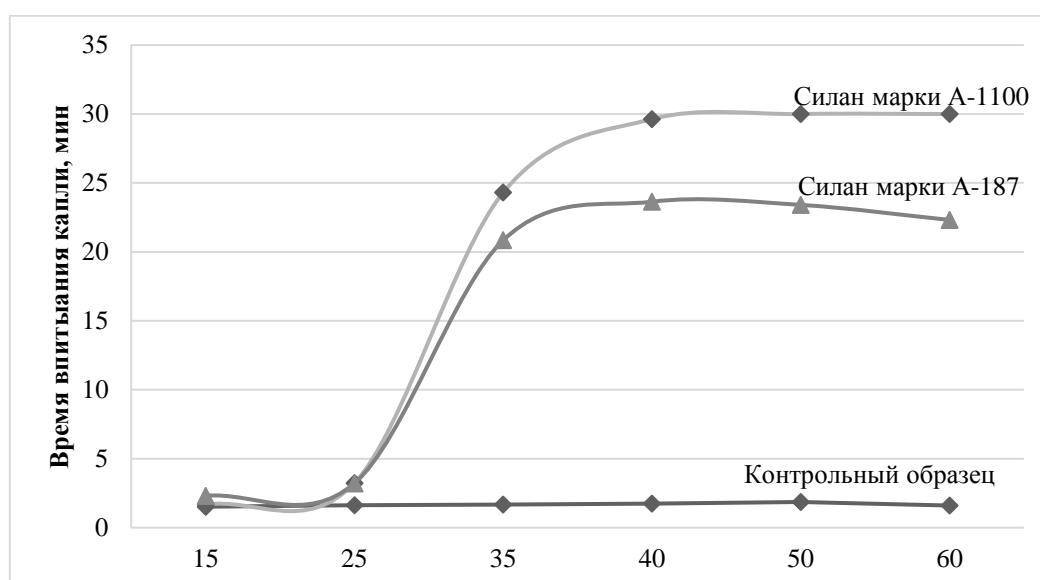
Из вышеизложенного следует, что наилучшие результаты по времени впитывания капли воды для обработанных образцов материалов силанами достигаются только после предварительной сушки ( $160^\circ\text{C}$ ) и при концентрации силана в растворе  $5,0 \text{ г/дм}^3$ .

Далее исследовалось влияние температурного фактора при пропитке материалов, несмотря на то, что ранее использовалась температура  $40^\circ\text{C}$ .

На рисунке 5 и 6 представлены зависимости влияния температуры раствора пропитки на время впитывания капли воды на поверхности бязи и брезента.



**Рисунок 5.** Зависимость времени впитывания капли воды на поверхности суровой бязи от температуры раствора пропитки при концентрации силана 5,0 г/дм<sup>3</sup> в растворе и температуре сушки 160°C

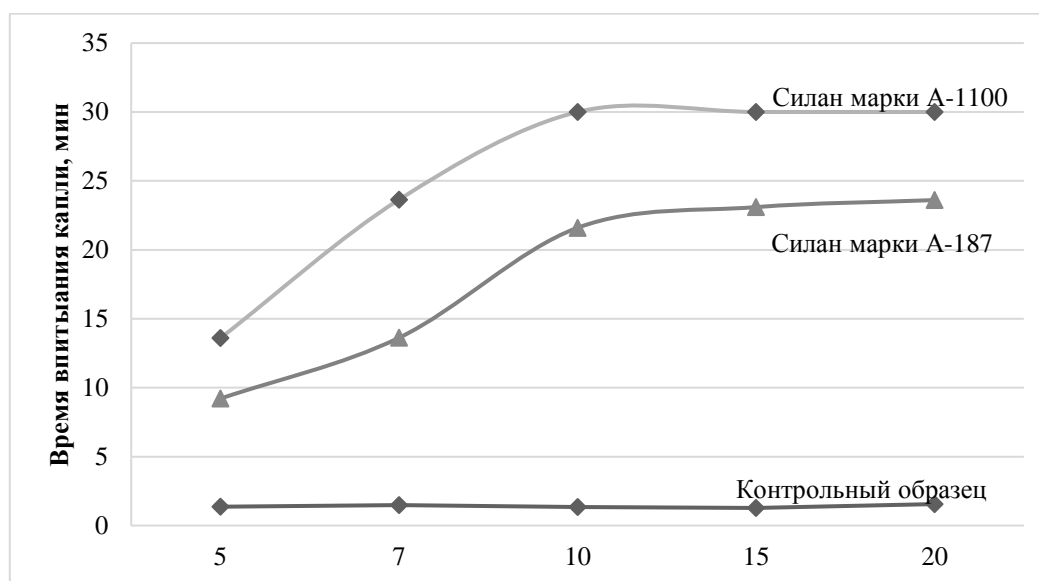


**Рисунок 6.** Зависимость времени впитывания капли воды на поверхности брезента от температуры раствора пропитки при концентрации силана 5,0 г/дм<sup>3</sup> в растворе и температуре сушки 160°C

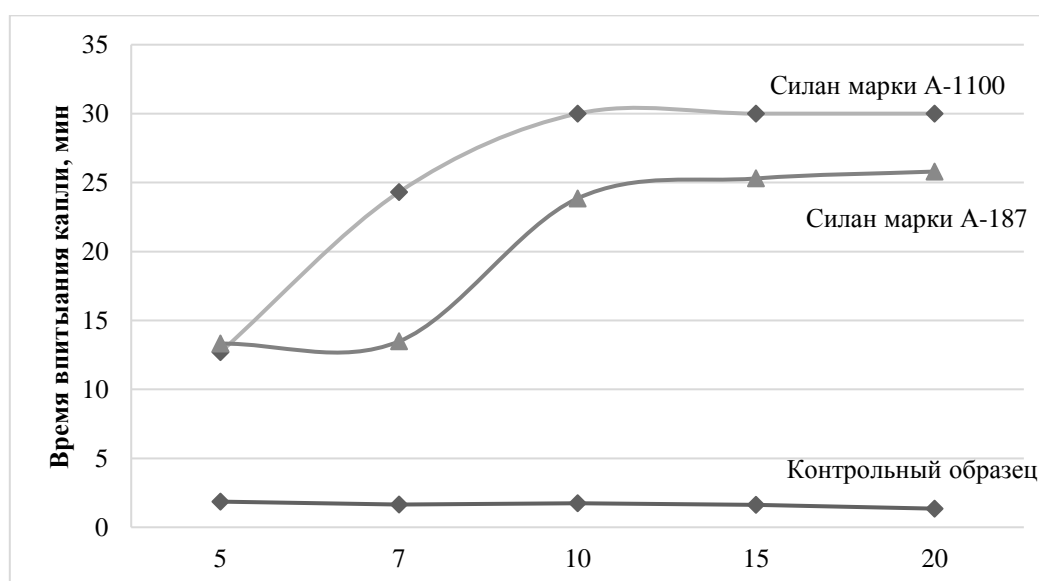
Как следует из рисунков, температура так или иначе влияет на показатели впитываемости капли воды. Так, при температуре раствора пропитки 15 и 25°C изменений впитывания капли воды по сравнению с контрольными образцами не происходит. Увеличение времени впитывания капли воды на бязи происходит при температуре раствора пропитки 40°C как при обработке силаном марки А-1100, так и силаном марки А-187. Дальнейшее увеличение температуры раствора пропитки не способствует ухудшению ее качеству и результаты повторяются.

Продолжительность пропитки также является значимым параметром, влияющим на гидрофобность получаемых материалов.

На рисунке 7 и 8 представлены зависимости влияния времени замачивания образцов в пропитке на время впитывания капли воды на поверхности бязи и брезента.



**Рисунок 7.** Зависимость времени впитывания капли воды на поверхности суровой бязи от времени замачивания образцов в растворе при концентрации силана  $5,0 \text{ г/дм}^3$  в растворе, температуре сушки  $160 \text{ }^\circ\text{C}$  и температуре раствора пропитки  $40 \text{ }^\circ\text{C}$



**Рисунок 8.** Зависимость времени впитывания капли воды на поверхности брезента от времени замачивания образцов в растворе при концентрации силана  $5,0 \text{ г/дм}^3$  в растворе, температуре сушки  $160 \text{ }^\circ\text{C}$  и температуре раствора пропитки  $40 \text{ }^\circ\text{C}$

В случае обработки бязи получены следующие результаты. Воздействие силана марки А-1100 против силана марки А-187 повторяется и при изменениях продолжительности пропитки: уже пятиминутном замачивании время впитывания для образцов с силаном марки А-1100 заметно повышается. А при десятиминутном замачивании достигается требуемая продолжительность времени впитывания капли воды (30 мин.) (рис. 7).

Для брезента наблюдаются следующие результаты. При пятиминутной пропитке материала растворами силана марки А-1100 при  $5,0 \text{ г/дм}^3$  концентрации время впитывания капли воды относительно материала, обработанного растворами силана А-187, ухудшается.



Вероятно, это связано как со строением и характером переплетения нитей, так и с составом используемого раствора силана.

При повышении продолжительности времени пропитки результаты не только выравниваются, но значение времени впитывания капли воды увеличивается для силана А-1100. Так, после десятиминутной пропитки для образцов брезента значение времени впитывания капли воды достигают 30 мин. (рис. 8).

При замачивании образцов в течении 5 мин происходит повышение времени впитывания капли воды на поверхности бязи и брезента в 10 раз. Однако результат возможно улучшить до 2,2 раз при замачивании образцов в растворе в течении 10 мин.

### Заключение

Таким образом, представленные выше результаты позволяют заключить, что обработка текстильных материалов силанами марок А-1100 и А-187 в качестве гидрофобизаторов способствует получению гидрофобных поверхностей. Рекомендуемыми параметрами являются: концентрация силана в растворе 5,0 г/дм<sup>3</sup>, температура раствора пропитки 40°C, время замачивания образцов в пропитке — 10 мин, температуре сушки образцов — 160°C. По проведенным исследованиям выявлено, что обработка образцов бязи и брезента силаном марки А-1100 способствует повышению времени впитывания капли воды на поверхности, по сравнению с маркой А-187 на 38,8 %. Помимо этого, выявлено, что применение силана марки А-1100 при температуре сушке ниже 100°C придает текстильным материалам гидрофильные характеристики.

### ЛИТЕРАТУРА

1. 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.
2. Кумеева Т.В. Сверхгидрофобизация полиэфирных текстильных материалов посредством модифицирования их поверхности политетрафторэтиленом: дис. ... канд. техн. наук / Т.В. Кумеева. — Иваново, 2010. — 140 с.
3. 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.
4. Воронков М.Г., Макарская В.М. Аппретирование текстильных материалов кремнийорганическими мономерами и олигомерами. Обзорн. инф. / Иркутский институт органической химии. Новосибирск, Наука, 1978, с. 30–37, 42–50.
5. Кремнийорганические соединения. Монография. К.А. Андрианов / Москва. 1955. — 88 с.
6. Бажант В. Силиконы. Кремнийорганические соединения, их получение, свойства и применение / Хваловски В., Ратоуски И. — М.: Москва, Госхимиздат, 1960. — 700 с.



7. Махоткина, Л.Ю. Применение кремнийорганических соединений в процессе гидрофобизации текстильных материалов / Л.Ю. Махоткина, Г.Г. Лутфуллина, А.А. Халилова // Фундаментальные и прикладные проблемы создания материалов и аспекты технологий текстильной и легкой промышленности: Сборник статей Всероссийская научно-техническая конференция, Казань, 14–15 ноября 2019 года / под. ред. Л.Н. Абуталиповой. — Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2019. — С. 154–158.
8. Лутфуллина, Г.Г. Гидрофобизирующие эмульсии в текстильной и легкой промышленности / Г.Г. Лутфуллина, Л.Ю. Махоткина, А.А. Халилова // Костюмология. — 2019. — Т. 4. — № 1. — С. 7.
9. Махоткина, Л.Ю. Производство рабочей одежды с учетом гидрофобных свойств текстильных материалов / Л.Ю. Махоткина, А.А. Халилова // Евразийское Научное Объединение. — 2020. — № 8–2(66). — С. 110–114.
10. Makhotkina, L. Hydrophobic textile materials with organosilicon impregnation / L. Makhotkina, A. Khalilova // E3S Web of Conferences, Moscow, 25–27 ноября 2020 года. — Moscow, 2020. — P. 03025. — DOI 10.1051/e3sconf/202022403025.

**Khalilova Alina Adikovna**

Kazan National Research Technological University, Kazan, Russia  
E-mail: [adikovna777@yandex.ru](mailto:adikovna777@yandex.ru)

**Tikhonova Natalia Vasil'evna**

Kazan National Research Technological University, Kazan, Russia  
E-mail: [nata.tikhonova.81@mail.ru](mailto:nata.tikhonova.81@mail.ru)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2241-869X>

RSCI: [https://www.elibrary.ru/author\\_profile.asp?id=750903](https://www.elibrary.ru/author_profile.asp?id=750903)

SCOPUS: <https://www.scopus.com/authid/detail.url?authorId=57193534168>

## On the question of the use of a solution of silane as a final finish in the production of textile materials

**Abstract.** In the article, the author considered the question of the possibility of using a silane solution as a hydrophobic surface at the stage of final finishing in the production of textile materials. The article presents the results of a study of the effect of a silane solution on the hydrophobic characteristics of textile materials. The author obtained results that allow us to conclude that the treatment of textile materials with A-1100 and A-187 silanes as water repellents contributes to the production of hydrophobic surfaces. According to the studies, it was found that the treatment of samples with A-1100 grade silane contributes to an increase in the time of absorption of a water drop on the surface, compared to A-187 grade by 38.8 %. In addition, it was found that the use of A-1100 grade silane at a drying temperature below 100°C imparts hydrophilic characteristics to textile materials.

**Keywords:** textile materials; hydrophobicity; silanes; water drop absorption time; characteristics; silane concentration in solution; sample drying temperature