

УДК 677.026.444  
DOI 10.47367/0021-3497\_2021\_5\_122

**ПОЛУЧЕНИЕ НЕТКАНЫХ ПОЛОТЕН  
С ГИДРОФОБНЫМИ СВОЙСТВАМИ**

**NONWOVEN FABRICS  
WITH HYDROPHOBIC PROPERTIES PRODUCTION**

*М.М. БОНДАРЧУК, В.А. АНИСЬКОВА, Н.Е. ФЕДОРОВА*

*M.M. BONDARCHUK, V.A. ANISKOVA, N.E. FEDOROVA*

(Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство))

(Russian State University named after A.N. Kosygin (Technologies. Design. Art))

E-mail: bondarchuk-mm@rguk.ru; aniskova-va@rguk.ru; fedorova-ne@rguk.ru

*В настоящее время одним из способов придания текстильным материалам гидрофобности является обработка поверхности текстильных волокон кремнийорганическими соединениями.*

*Целью исследования является способ получения нетканых материалов с гидрофобными свойствами.*

*Задачи исследования: изучить рецептуру гидрофобизатора кремнийорганической природы; изучить способы нанесения гидрофобизатора на волокнистую основу; разработать технологию получения нетканых материалов с гидрофобными свойствами.*

*В работе применялись эмпирические методы исследования: были получены рецептуры гидрофобизатора; изучены деформационно-прочностные и функциональные свойства нетканых полотен; экспериментально были установлены оптимальные условия нанесения и выбрана рецептура гидрофобизатора.*

*В результате исследования изучено влияние кремнийорганического гидрофобизатора винилтриэтоксисилана и способа его нанесения на волокно на прочность и гидрофобность нетканых термоскрепленных материалов. Установлено, что нанесение винилтриэтоксисилана в виде спиртового раствора дает больший гидрофобизирующий эффект, а применение водной эмульсии гидрофобизатора облегчает технологический процесс переработки волокон при производстве нетканых материалов аутогезионным способом.*

*Currently, one of the ways to make textile materials hydrophobic is to treat the textile fibers surface with organosilicon compounds.*

*The aim of the study is a method for producing non-woven materials with hydrophobic properties.*

*Research objectives: to study the formulation of an organosilicon hydrophobizer; to study the methods of applying a hydrophobizer to a fibrous base; to develop a technology for producing nonwovens with hydrophobic properties.*

*Empirical research methods were used in the work: the formulations of the hydrophobizer were obtained; the deformation-strength and functional properties of non-woven fabrics were studied; optimal application conditions were experimentally established and the formulation of the hydrophobizer was selected.*

*As a result of the study, the effect of the organosilicon hydrophobizer vinyltriethoxysilane and the method of its application to the fiber on the strength and hydrophobicity of non-woven thermally bonded materials was studied. It was found that the application of vinyltriethoxysilane in the form of an alcohol solution gives a greater hydrophobizing effect, and the use of an aqueous emulsion of a hydrophobizer facilitates the technological process of processing fibers in the production of nonwovens by the autohesion method.*

**Ключевые слова:** модификация, винилтриэтоксисилан, нетканый материал, гидрофобизатор.

**Keywords:** modification, vinyltriethoxysilane, non-woven fabric, hydrophobizer.

Целью данной работы является получение нетканых материалов с гидрофобными свойствами по аутогезионной технологии [1...10].

Для этой цели в работе использовали гидрофобизатор кремнийорганической природы – винилтриэтоксисилан. Указанный препарат традиционно применяется для получения гидрофобных пленок на стеклах и стеклопластиках, поэтому представляло интерес изучить возможность применения винилтриэтоксисилана при выработке нетканых полотен аутогезионным способом из полиэфирных волокон.

Кроме того, олигоэтоксисилоксаны и олигоэтоксисиланы часто используют как в качестве активаторов и усилителей адгезии, так и в виде сшивающих агентов для формирования прочной ковалентной связи между адгезивом и субстратом [1...3].

Модификация поверхности субстрата предполагает незначительное изменение его химического состава путем введения в граничные и переходные слои различных функциональных групп.

Для лучшей фиксации модификатора на волокне необходимо проводить термообработку при температуре 130...160°C. При

термоударе происходит взаимодействие функциональных групп полимера волокна с активными группами модификатора с образованием физических и химических связей.

В работе был использован кремнийорганический гидрофобизатор – винилтриэтоксисилан. Свойства винилтриэтоксисилана:

- плотность  $d_{20}^{20}$  равна 1,0086 г/см<sup>3</sup>;
- показатель преломления равен 1,2216;
- молекулярная масса  $M$  равна 164 г/моль.

Модификатор в количестве 0,3...0,7% масс наносили на волокно в виде спиртового раствора или водной эмульсии методом распыления. После сушки и термообработки из модифицированных волокон формировали волокнистые холсты поверхностной плотности 100 г/м<sup>2</sup>, которые скрепляли аутогезионным способом при температурах, близких к температуре размягчения полиэфирных волокон (210...230°C). Испытания материалов проводили по стандартным методикам.

Установлено, что под действием модификатора кремнийорганической природы в волокнах происходят структурные измене-

ния, которые положительно влияют на подвижность макромолекул полимера волокна, его адгезионную способность и на прочностные свойства термоскрепленного нетканого материала.

Проведенные исследования показали, что при получении нетканых полотен аутогезионным способом из модифицированных кремнийорганическим соединением волокон прочность аутогезионных соединений в материале растет, повышается и прочность нетканых материалов. Жесткость и капиллярные свойства полотен снижаются. Оптимальным является содержание 0,3% масс. винилтриэтоксисилана на волокне.

Под действием винилтриэтоксисилана происходит дезориентация макромолекул

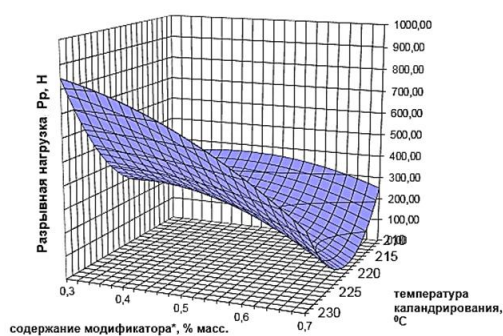


Рис. 1

полимера поверхностного слоя волокна, соответственно растут физико-механические свойства материалов аутогезионного способа скрепления. С увеличением содержания препарата на волокне растет аутогезия полимера волокна, но вводить модификатор сверх оптимального количества нецелесообразно, так как наблюдается эффект "перемасливания" и связанное с ним ухудшение физико-механических свойств материалов.

На рис. 1, 2 представлены графические зависимости разрывной нагрузки нетканого материала аутогезионного способа скрепления из модифицированных спиртовым раствором (рис. 1) и водной эмульсией (рис. 2) винилтриэтоксисилана.

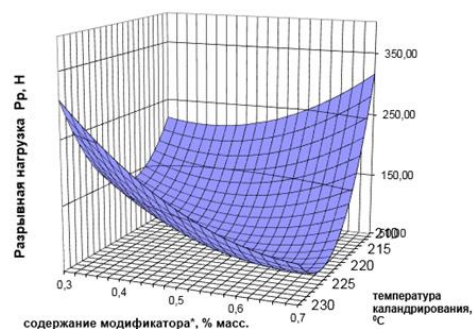


Рис. 2

Анализ графических зависимостей (рис. 1, 2) показывает, что введение водной эмульсии модификатора, приготовленной в присутствии эмульгатора, заметно снижает аутогезионные свойства полимера волокна при термоскреплении и разрывную нагрузку материала, что связано с экранированием эмульгатором активных этоксисилильных групп модификатора. Характер распределения модификатора на поверхности волокон носит классический вид, когда, в зависимости от толщины полимолекулярных слоев модификатора и характера их расположения на поверхности волокон, изменяются гидрофильно-гидрофобные и другие свойства материалов [1].

Для сравнения приведем значения физико-механических и функциональных свойств материала при нанесении спиртового раствора и водной эмульсии винилтри-

этоксисилана оптимальной концентрации, равной 0,3% масс. (рис. 3 – диаграмма свойств нетканых полотен при нанесении 0,3% масс. винилтриэтоксисилана).

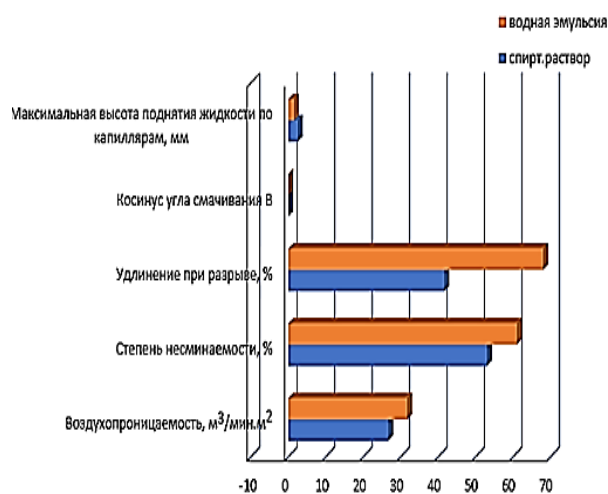


Рис. 3

Изменение свойств материалов при введении винилтриэтоксисилана можно объяснить химическим взаимодействием модификатора с функциональными группами волокна и образованием химических связей между соседними волокнами при аутогезионном скреплении.

Водная эмульсия выступает в качестве замасливателя, что вызывает скольжение волокон относительно друг друга и увеличение удлинения,

Известно, что смачивающая способность волокон увеличивается с увеличением критического поверхностного натяжения, составляющего соответственно для ПА, ПЭФ и ПП волокон – 46, 43, 37 мДж/м<sup>2</sup>, то есть по своей смачивающей способности волокна располагаются в ряд: полиамидные > полиэфирные > полипропиленовые. Чем больше критическое поверхностное натяжение волокна, тем большей свободной энергией оно обладает, тем выше прочность контактов волокна с жидкостью, следовательно, лучше смачиваемость волокна [1].

Введение спиртового раствора модификатора способствует образованию большего числа аутогезионных склеек и формированию большего количества капилляров малого диаметра, что способствует более быстрому их заполнению. Применение эмульсии гидрофобизатора ускоряет процесс пропитывания материала, но снижает степень ее адсорбции полимером волокна.

## ВЫВОДЫ

Показано, что при нанесении винилтриэтоксисилана на волокно молекулы препарата проникают в надмолекулярную структуру полимера волокна. Это сопровождается ослаблением межмолекулярного взаимодействия, улучшением гибкости макромолекул и снижением вязкости полимера, за счет чего обеспечивается более высокая деформация образца при одновременном снижении температур переходов полимера. Нанесение спиртового раствора модификатора приводит к повышению его адгезионной способности и повышению прочности и жесткости материала. Нанесение водной

эмульсии позволяет сохранить высокую воздухопроницаемость, несминаемость и деформационные свойства, однако эффект повышения прочности и упругости материала будет не столь значительным.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Su Jin Moon, Tae Jin Kang*. Effects of epoxide and silicone polymers on the mechanical and performance properties of wool fabric // *Textile research Journal*. – № 12, December 2000. P.1063.

2. Патент № 2417237 С2 Российская Федерация, МПК С08G 77/20, С08G 77/06, С08G 77/18. Олиго(алкинил)алкоксисилоксаны для модификации волокнистых материалов и способ их получения: № 2009117690/04: заявл. 12.05.2009 : опубл. 27.04.2011 / Б. А. Измайлов, В. М. Горчакова, В. А. Васнев [и др.] ; заявитель Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Московский государственный текстильный университет имени А.Н. Косыгина".

3. Патент № 2456309 С1 Российская Федерация, МПК С08G 77/18, С08G 77/06. Олигоэтоксисилоксановые производные феноксиэтанола для модификации волокнистых материалов и способ их получения: № 2011112571/04: заявл. 04.04.2011 : опубл. 20.07.2012 / В. М. Горчакова, Б. А. Измайлов, В. И. Корягин [и др.] ; заявитель Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Московский государственный текстильный университет имени А.Н. Косыгина".

4. *Николаенко Г.Р., Минлебаева М.Н.* Обзор существующих гидрофобизирующих материалов, используемых в легкой промышленности // *Вестник Технологического университета*. – 2015. Т. 18, № 17. С. 165...168.

5. *Gogoi R., Tyagi A.* Surface modification of jute fabric by treating with silane coupling agent for reducing its moisture regain characteristics // *Journal of natural fibers*. – P. 803...812, Published online: 27 Aug 2019.

6. *Лутфуллина, Г.Г., Махоткина Л.Ю., Халилова А.А.* Гидрофобизирующие эмульсии в текстильной и легкой промышленности // *Костюмология*. – 2019. Т. 4, № 1. С. 7.

7. Patent № EP3543304B1, European Patent Office. Organofunctional siloxanes, method for its preparation and use for the treatment of fillers and surfaces / Benigno Janeiro, Luis Angel Adrio Castiñeira, Jose Manuel Antelo Miguez, Pablo Barreiro Gonzalez, 2020.

8. Patent № JP2018168380A, Japan. Method for producing polymeric compositions including functionalized polymers / E. Hogan Terrence, N. Dedecker Mark, C. Kurasch Jessica, L. Nuzzi Gabrielle, Maglione Karen, Rademacher Christine, etc., 2020.

9. *Chruściel J.* Hydrosilyl-Functional Polysiloxanes: Synthesis, Reactions and Applications // *Reactive and Functional Polymers*. – Vol. 1, 2020.

10. *Абзалбекулы Б., Мунасипов С.Е., Джумабекова Г.Б., Анарова Г.С.* Исследования структурных

свойств композитных материалов для изделий легкой промышленности // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2020, № 3. С. 66...68.

#### REFERENCES

1. Su Jin Moon, Tae Jin Kang. Effects of epoxide and silicone polymers on the mechanical and performance properties of wool fabric // *Textile research Journal*. – № 12, December 2000. P.1063.

2. Patent № 2417237 C2 Rossiyskaya Federatsiya, MPK C08G 77/20, C08G 77/06, C08G 77/18. Oligo(alkinil)alkoksisiloksany dlya modifikatsii voloknistykh materialov i sposob ikh polucheniya: № 2009117690/04: zayavl. 12.05.2009 : opubl. 27.04.2011 / B. A. Izmaylov, V. M. Gorchakova, V. A. Vasnev [i dr.] zayavitel' Gosudarstvennoe obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego professional'no-go obrazovaniya "Moskovskiy gosudarstvennyy tekstil'nyy universitet imeni A.N. Kosygina".

3. Patent № 2456309 C1 Rossiyskaya Federatsiya, MPK C08G 77/18, C08G 77/06. Oligoetoksisiloksanovye proizvodnye fenoksietanola dlya modifikatsii voloknistykh materialov i sposob ikh polucheniya: № 2011112571/04: zayavl. 04.04.2011 : opubl. 20.07.2012 / V. M. Gorchakova, B. A. Izmaylov, V. I. Koryagin [i dr.] zayavitel' Gosudarstvennoe obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego professional'nogo obrazovaniya "Moskovskiy gosudarstvennyy tekstil'nyy universitet imeni A.N. Kosygina".

4. Nikolaenko G.R., Minlebaeva M.N. Obzor sushchestvuyushchikh gidrofobiziruyushchikh materi-

alov, ispol'zuemykh v legkoy promyshlennosti // *Vestnik Tekhnologicheskogo universiteta*. – 2015. T. 18, №17. S. 165...168.

5. Gogoi R., Tyagi A. Surface modification of jute fabric by treating with silane coupling agent for reducing its moisture regain characteristics // *Journal of natural fibers*. – P. 803...812, Published online: 27 Aug 2019.

6. Lutfullina, G.G., Makhotkina L.Yu., Khalilova A.A. Gidrofobiziruyushchie emul'sii v tekstil'noy i legkoy promyshlennosti // *Kostyumologiya*. – 2019. T.4, № 1. S. 7.

7. Patent № EP3543304B1, European Patent Office. Organofunctional siloxanes, method for its preparation and use for the treatment of fillers and surfaces / Benigno Janeiro, Luis Angel Adrio Castiñeira, Jose Manuel Antelo Miguez, Pablo Barreiro Gonzalez, 2020.

8. Patent № JP2018168380A, Japan. Method for producing polymeric compositions including functionalized polymers / E. Hogan Terrence, N. Dedecker Mark, C. Kurasch Jessica, L. Nuzzi Gabrielle, Maglione Karen, Rademacher Christine, etc., 2020.

9. Chruściel J. Hydrosilyl-Functional Polysiloxanes: Synthesis, Reactions and Applications // *Reactive and Functional Polymers*. – Vol. 1, 2020.

10. Abzalbekuly B., Munasipov S.E., Dzhumabekova G.B., Anarova G.S. Issledovaniya strukturnykh svoystv kompozitnykh materialov dlya izdeliy legkoy promyshlennosti // *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Teknologiya Tekstil'noi Promyshlennosti*. – 2020, № 3. S. 66...68.

Статья опубликована по материалам Косыгинского форума. Поступила 01.09.21.