

## ОБ ОСОБЕННОСТЯХ КРАШЕНИЯ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ С ПОЛИУРЕТАНОВЫМИ ВОЛОКНАМИ

### ON THE FEATURES OF DYEING TEXTILE MATERIALS WITH POLYURETHANE FIBERS

УДК 677.027.4

**Ю.А. Самолазова<sup>1\*</sup>, С.В. Петрова-Куминская<sup>1</sup>,  
О.А. Гаранина<sup>2</sup>, О.М. Баранов<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Могилевский государственный университет  
продовольствия

<sup>2</sup> Киевский национальный университет  
технологий и дизайна

<https://doi.org/10.24412/2079-7958-2021-1-142-147>

**Ju. Samolazova<sup>1\*</sup>, S. Petrova-Kuminskaja<sup>1</sup>,  
O. Garanina<sup>2</sup>, O. Baranov<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Mogilev State University  
of Food Technologies

<sup>2</sup> Kyiv National University  
of Technologies and Design

#### РЕФЕРАТ

*ПОЛИУРЕТАНОВЫЕ ВОЛОКНА, РАСТЯЖИМОСТЬ, ТЕРМОЗОЛЬНОЕ КРАШЕНИЕ, ТРИКЛОЗАН, КОЛОРИСТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА*

Смешанные ткани на основе полиэфигов, содержащие полиуретановые волокна, при непрерывном способе крашения подвергаются воздействию высоких температур (210–215 °С), что может ухудшить растяжимость и эластичность полиуретановой составляющей и, в целом, всей ткани.

В работе ставилась цель определить «безопасные» температуры обработок и предложить пути снижения температур фиксации дисперсных красителей.

Впервые для термозольного способа крашения ткани предложен триклозан, который проявляет не только эффект интенсификатора, но и обладает широким спектром антибактериальных и антимикробных свойств. Определены оптимальные условия крашения и концентрации триклозана, не снижающие растяжимость полиуретановых волокон и позволяющие снизить температуру термозолирования на 25 °С. Исследованы колористические свойства ткани, устойчивость окраски к физико-химическим воздействиям и показатели ткани при разрыве. Ткань после крашения приобретает антибактериальные свойства.

#### ABSTRACT

*POLYURETHANE FIBERS, EXTENSIBILITY, THERMOPLACE DYEING, TRICLOSAN, COLORFUL PROPERTIES*

The article presents studies of the extensibility and elasticity of polyurethane threads after heat treatment, which take place in the processes of finishing and dyeing of textile materials, in order to determine the "safe" temperature range. The mode and formula of dyeing polyester-cotton fabric containing polyurethane in a continuous way have been developed. For the first time, to reduce the temperature of thermal insulation, it was proposed to introduce Triclosan into the dye bath, which shows not only an intensifying effect, but also gives the fabric antibacterial properties. The required indicators of coloristic properties and color stability were obtained without reducing the stretchability and elasticity of the fabric with a decrease in the dye fixation temperature from 215 to 190 °C.

\* E-mail: [htvms@tut.by](mailto:htvms@tut.by) (Ju. Samolazova)

Одним из современных направлений развития текстильных материалов является включение в их структуру полиуретановых волокон, которые придают изделиям хорошую растяжимость, комфортность при носке, сохранение формы. Однако высокие температуры при отделке и крашении материалов могут отрицательно сказаться на ценных свойствах, придаваемых полиуретанам. Учитывая большое разнообразие строения и свойств полиуретановых волокон, для каждого вида необходимо оценивать оптимальные условия их переработки и эксплуатации [1, 2]. Целью работы было исследование возможности снижения температуры крашения смешанной ткани и сохранения ее растяжимости и эластичности. Одновременно на стадии крашения предполагалось придание ткани антибактериальных свойств. Экспериментальная ткань (образца 1-1207-18), предназначенная для пошива спецодежды работников МВД и других структур, состоит из 49 % полиэфира, 49 % хлопка и 2 % полиуретана. В основе ткани содержится полиэфирная пряжа с линейной плотностью  $T = 29,4$ ; по утку – пряжа хлопко-полиуретановая  $T = 50$  (эластан XLA).

В работе ставились следующие задачи:

- изучить, прежде всего, какие температуры отрицательно влияют на деформационные и эластические свойства полиуретановых нитей;
- исследовать возможность снижения температуры термозолирования с 215 до 190 °С путем введения в красильную ванну интенсификатора крашения, обладающего антибактериальными свойствами;
- исследовать влияние различных факторов крашения на колористические характеристики, устойчивость окраски, а также на деформационные и прочностные свойства ткани.

Для оценки способности растягиваться и восстанавливать форму, нити эластан XLA (0,6 мм диаметром) подвергались воздействию нагрузок 20–125 гс. Растяжимость нитей при 125 гс достигала 410 %; чем больше растягивающее усилие, тем меньше восстановление длины после снятия нагрузки (восстановление первоначальной длины соответственно составляло 99 и 92 %); причем из общей деформации на долю упругой приходилось от 98 до 91 %.

После термообработок нитей в горячей воде

при температурах 70–100 °С в течение 20–60 минут, последующей сушки и выдерживании в нормальных условиях наблюдается снижение растяжимости нити, обработанной в воде при 100 °С на протяжении 30 минут и более (удлинение снижается на 8–10 %). Следовательно, длительные водные обработки при температурах, близких к 100 °С, могут привести к некоторой потере растяжимости текстильных материалов, содержащих полиуретановые нити.

Кратковременные высокотемпературные обработки, имеющие место при термозольном крашении текстильных материалов, проводили при 130–200 °С в течение 1–2 минут. После охлаждения и выдерживания в нормальных условиях нити, находящиеся в свободном состоянии при нагреве, не меняли своих деформационных свойств. Но для нитей, нагреваемых даже под небольшой нагрузкой (20 гс), наблюдалась потеря растяжимости (на 6–7 % при  $T = 200$  °С,  $\tau = 2$  мин). Таким образом, в отделочном производстве желательно избегать даже кратковременных обработок при температуре 200 °С и выше.

Исследуемая ткань образца 1-1201-18, принятая к производству на ОАО «Моготекс» (г. Могилев, Беларусь), окрашивается в цвет морской волны смесью активных и дисперсных красителей на линии непрерывного крашения. Для фиксации дисперсных красителей в камере создается температура 215 °С. Продолжительность температурного воздействия невелика (1–1,5 минуты), но достаточна для того, чтобы ухудшить растяжимость полиуретановых нитей и, в целом, ткани.

Чтобы снизить температуру фиксации дисперсных красителей, можно применять интенсификаторы крашения, разрыхляющие плотную структуру полиэфира [3]. В ранее проведенных работах по интенсификации крашения полиэфирных материалов был предложен препарат – триклозан, который не только облегчает диффузию красителей и на 30–40 °С понижает температуру крашения, но и придает материалу бактерицидность [4]. Этот препарат действует на многие представители грамположительной и грамотрицательной флоры, а также на грибковые микроорганизмы. Но ранее использовался триклозан для периодического способа крашения,

и предполагалась предварительная обработка материала эмульсией триклозана с диспергатором перед крашением. В представленной работе впервые предусмотрено непрерывное крашение ткани с триклозаном без предварительной обработки ткани, а путем введения триклозана в состав красильной ванны в количестве 2–10 г/дм<sup>3</sup>.

Исследовалось влияние триклозана на: колористические характеристики ткани; растяжимость и эластичность ткани; устойчивость окраски к физико-химическим воздействиям; на прочностные характеристики ткани.

На лабораторной установке термозольного крашения ОАО «Моготекс» проводили опыты по крашению ткани по предложенной заводской методике (без триклозана, при температуре 215 °С) и опытной (с триклозаном, при 190 °С).

Рецепт крашения:

- Теразил желтый W-6GS – 4,9 г/дм<sup>3</sup>
- Теразил красный W-4BS – 0,4 г/дм<sup>3</sup>
- Теразил морской W-RS – 24,2 г/дм<sup>3</sup>
- Новокрон желтый C-2R – 6,0 г/дм<sup>3</sup>
- Новокрон красный C-2BL – 4,55 г/дм<sup>3</sup>
- Новокрон океан S-R – 24,2 г/дм<sup>3</sup>
- Триклозан – 2–10 г/дм<sup>3</sup>
- ТС-диспергатор – 2 г/дм<sup>3</sup>
- АЛЬБАФЛОУ PAD – смачиватель – 2 г/дм<sup>3</sup>
- СИНСПЕРС СН-20 – антимигрант – 15 г/дм<sup>3</sup>
- Кислота уксусная 99,5 % – 0,8 г/дм<sup>3</sup>.

Образец ткани пропускали через красильную ванну и отжимали валами плюсовки до 50 %. После плюсования окрашенный образец проходил секцию предварительной ИК-сушки, далее сушильно-ширильную стабилизационную машину, где происходила обработка горячим воздухом при температуре 105 °С в течение 2,5 минут, затем фиксация дисперсного красителя при 215 °С (или 190 °С) в течение 72 секунд.

Далее окрашенный образец подшивали в ленту на плюсовочно-запарную машину. В плюсовку заливали приготовленный раствор, содержащий поваренную соль – 250 г/дм<sup>3</sup>, кальцинированную соду – 20 г/дм<sup>3</sup> и соду каустическую – 6,8 г/дм<sup>3</sup>. Проплюсованный образец запаривали в запарной камере насыщенным паром при температуре (100–102) °С в течение не менее 60 секунд.

Промывку образца осуществляли умягченной водой (50–60 °С), умягченной водой с моющим (Эриопон E-3WOC) при 95–98 °С, умягченной водой с кислотным агентом (Нойтрацид НА) при pH = 4,5. Затем сушили при температуре 110–115 °С.

Окрашенные образцы анализировались на приборе Datacolor Spectraflash SF 600 Plus в системе CIELab. Определяли общее цветовое различие ( $\Delta E^*$ ), различия по тону ( $\Delta H^*$ ), чистоте ( $\Delta C^*$ ), светлоте ( $\Delta L^*$ ) и координатам цвета ( $\Delta a^*$ ,  $\Delta b^*$ ). Источник освещения  $D_{65}$  – рассеянный солнечный свет, включающий ультрафиолетовую составляющую, имеющую цветовую температуру 6500 °K. Данные выводились на ПК с помощью программы ProPalette.

Введение в красильную ванну даже незначительного количества триклозана (2 г/дм<sup>3</sup>) позволяет увеличить интенсивность окраски ( $\Delta L = -0,614$ ). Однако такого количества недостаточно, чтобы понизить температуру термозольирования до 190 °С и получить заданный цвет. В таблице 1 представлены отличия цветовых характеристик образцов ткани, окрашенных с интенсификатором при 190 °С, при сравнении их со стандартом – образцом, окрашенным при 215 °С без триклозана.

По требованиям ГОСТ допустимы малые цветовые различия  $\Delta E < 1$ .

Таблица 1 – Цветовые различия образцов

Содержание триклозана	$\Delta E^*$	$\Delta L^*$	$\Delta a^*$	$\Delta b^*$	$\Delta C^*$	$\Delta H^*$
2 г/дм <sup>3</sup>	3,843	3,400	-1,568	-0,869	1,731	-0,468
7 г/дм <sup>3</sup>	0,731	0,577	0,115	-0,433	0,202	0,400
10 г/дм <sup>3</sup>	0,691	0,412	-0,497	-0,245	0,540	-0,125

Из приведенных данных следует, что добиться снижения температуры крашения с 215 до 190 °С без изменения интенсивности окраски можно, вводя в красильную ванну интенсификатор триклозан в количестве 7 и 10 г/дм<sup>3</sup>.

Можно предположить, что триклозан пластифицирует структуру не только полиэфирных волокон, но и полиуретановых. При этом могут меняться ценные свойства полиуретанов – растяжимость и эластичность. Чтобы оценить это влияние, нами проведены испытания растяжимости и восстановления формы ткани по утку, содержащему хлопко-полиуретановые нити, до и после крашения. Исследовались образцы ткани: до крашения, прошедшей только предварительную подготовку; окрашенной активными и дисперсными красителями при 215 °С; окрашенной при 190 °С с триклозаном 7 и 10 г/дм<sup>3</sup> (таблица 2).

Ткань, окрашенная при 215 °С, на ощупь жестковатая и почти не тянется (растяжимость уменьшается с 11 до 4 %). При крашении с триклозаном и меньшей температурой термофиксации растяжимость увеличивается; с увеличением концентрации триклозана до 10 г/дм<sup>3</sup> даже превышает растяжимость, которую имеет ткань до крашения. Однако при этом несколько уменьшается эластичность; даже спустя длительное время (1,5–2 часа) не происходит полного восстановления длины ткани, в то время как другие образцы ткани восстанавливаются полностью.

На основании опытов оценки растяжимости можно рекомендовать для крашения концентрацию триклозана 7 г/дм<sup>3</sup>. Это обеспечивает

и требуемую интенсивность окраски, и высокую растяжимость без снижения эластичности.

Окрашенные в разных условиях образцы проверяли на устойчивость окраски к физико-химическим воздействиям (таблица 3).

Все образцы имеют высокие показатели устойчивости окраски, превышающие предъявляемые требования.

Пластифицируя структуру полимера и облегчая крашение полиэфирных волокон, интенсификаторы могут привести к некоторой потере прочности и увеличению удлинения текстильных материалов при разрыве. В таблице 4 приведены разрывные характеристики образцов ткани 1-1207-18, окрашенных в разных условиях.

Ткань, окрашенная с триклозаном, несколько теряет в прочности по основе, где расположены полиэфирные нити. По утку, состоящему из хлопко-полиуретановой пряжи, разрывная нагрузка даже несколько повышается. Улучшается и деформируемость ткани по утку. По факту все значения прочности превышают предъявляемые требования (согласно ТУ РБ 700116054.027-2004 «Ткани для спецодежды» норма разрывной нагрузки ткани размером 50 × 200 мм по основе – 580 Н, по утку – 390 Н, удлинение при разрыве не нормируется).

Результаты проведенной работы указывают на целесообразность использования интенсификатора – триклозана для крашения смесовых хлопко-полиэфирных тканей, содержащих полиуретановые волокна, непрерывным способом крашения.

Таблица 2 – Растяжимость и эластичность ткани (нагрузка  $P = 2$  кгс, время под нагрузкой – 15 минут, после снятия нагрузки – 15 минут)

Ткань	Растяжимость, %	Эластичность, %
до крашения	11	97
окрашенная при 215 °С	4	96
окрашенная при 190 °С		
с триклозаном 7 г/дм <sup>3</sup>	7	98
окрашенная при 190 °С		
с триклозаном 10 г/дм <sup>3</sup>	13	95

Таблица 3 – Показатели устойчивости окраски (в баллах)

Условия крашения	Устойчивость окраски	Норма (изменение первоначальной окраски)	Норма (закрашивание белого материала)	Факт (изменение первоначальной окраски)	Факт (закрашивание белого материала)
без триклозана (215 °С)	к поту	3	3	5	4/5–4
	к стиркам	3	3	5	4/5–5
	к сухому трению		3		4
	к глажению	4		5	
с триклозаном 7 г/дм <sup>3</sup> (190 °С)	к поту	4	4	5	4/4–5
	к стиркам	4	4	5	4/5–5
	к сухому трению		3		5–4
	к глажению	4		5	
с триклозаном 10 г/дм <sup>3</sup> (190 °С)	к поту	3	3	5	4/4–5
	к стиркам	3	3	5	4/5–5
	к сухому трению		3		5–4
	к глажению	4		5	

Таблица 4 – Показатели характеристик ткани при разрыве

Показатели образцов ткани размером 50 × 200 мм	T = 215 °С	C <sub>трикл</sub> = 7 г/дм <sup>3</sup> , T = 190 °С
Разрывная нагрузка, <i>H</i>		
по основе	1052,5	1010,0
по утку	770,0	777,3
Удлинение при разрыве, %		
по основе	32,0	27,5
по утку	24,2	26,5

## ВЫВОДЫ

1. Определены условия термообработок при отделке и крашении смесовых тканей, которые могут ухудшать свойства полиуретановых волокон.

2. Предложен новый вариант термозольного крашения полиэфирно-хлопковых тканей, содержащих полиуретановые волокна, с использованием триклозана в качестве интенсификатора.

3. Исследованы колористические свойства окрашенных образцов ткани, устойчивость окраски и характеристики ткани при разрыве.

4. Подобраны оптимальные условия и рецепт крашения, не ухудшающие растяжимость и эластичность полиуретановых волокон.

5. Использование в красильной ванне триклозана позволяет не только снизить температуру фиксации дисперсных красителей на 20–25 °С, но одновременно придать материалу антибактериальные свойства.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Цитович, И. Г. (2004), Проектирование изделий из эластомерных полотен с учетом их деформационных свойств, *Текстильная промышленность*, 2004, № 7, С. 26–28.
2. Чернов, И. Н. (2008), Разработка интенсифицированной технологии крашения эластичного трикотажного полотна из смеси полиамидных и полиуретановых волокон. Диссертация, часть автореф., Санкт-Петербург, 2008, 189 с.
3. Кричевский, Г. Е. (2011), *Химические, био- и нанотехнологии в производстве нового поколения волокон многофункционального текстиля и одежды 21 век*, Москва, 612 с.
4. Миронова, А. В., Петрова-Куминская, С.В., Романкевич, О. В., Гаранина, О. А., Новиков, А. В., Короткевич, И. В. Патент РБ: Пат. № 21913 С2 ВУ, МПК (2018), D 06M 13/00 (2006.01) Способ крашения полиэфирного текстильного материала, совмещенный с антибактериальной обработкой. Оpubl. 30.06.2018. Бюл. № 3.

## REFERENCES

1. Tsitovich, I. G. (2004), Designing products from elastomeric webs taking into account their deformation properties [Proektirovanie izdelij is elastomernych poloten s uchjotom ih deformatsionnyh svojstv], *Textilnaja promyshlennost – Textile industry*, 2004, № 7, pp. 26–28.
2. Chernov, I. N. (2008), Development of an intensified technology for dyeing elastic knitted fabric from a mixture of polyamide and polyurethane fibers. Dissertation, part of dissertation [Razrabotka intensifitsirovannoj tehnologii krashenija elastichnogo trikotajnog polotna iz smesi poliamidnyh i poliuretanovyh volokon. Dissertatsija, chast avtoref.], Sankt-Peterburg, 2008, 189 p.
3. Krichevskij, G. E. (2011), *Himicheskije, bio- i nanotehnologii v proizvodstve novogo pokoleniya volokon mnogofunktsionalnogo tekstilia i odejdy 21 vek* [Chemical, bio- and nanotechnology in the production of a new generation of fibers for multifunctional textiles and clothing in the 21st century], Moscow, 612 p.
4. Mironova, A. V., Petrova-Kuminskaja, S. V., Romankevich, O. V., Garanina, O. A., Novikov, A. V., Korotkevich, I. V. Patent RB: Pat № 21913 C2 BY, MPK (2018), D 06M 13/00 (2006.01) *Method for dyeing polyester textile material combined with antibacterial treatment* [Sposob krashenija poliefirnogo textilnogo materiala, sovmeshchennyj s antibakterialnoj obrabotkoj]. Opubl. 30.06.2018. Bul. № 3.

Статья поступила в редакцию 29. 03. 2021 г.