

## ПРИДАНИЕ АНТИБАКТЕРИАЛЬНЫХ СВОЙСТВ ТЕКСТИЛЬНЫМ МАТЕРИАЛАМ, СОДЕРЖАЩИМ ПОЛИЭФИРНЫЕ ВОЛОКНА, НА СТАДИИ КРАШЕНИЯ

### ADDING ANTIBACTERIAL PROPERTIES TO TEXTILE MATERIALS CONTAINING POLYESTER FIBERS DURING DYEING STAGE

**С.В. Петрова-Куминская<sup>1\*</sup>, А.В. Миронова<sup>1</sup>,  
О.А. Гаранина<sup>2</sup>**

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

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

УДК 677.027.43

**S. Piatrova-Kuminskaya<sup>1\*</sup>, A. Mironava<sup>1</sup>,  
O. Garanina<sup>2</sup>**

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

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

#### РЕФЕРАТ

**ПОЛИЭФИРНЫЕ ВОЛОКНА, ИНТЕНСИФИКАТОР, ТРИКЛОЗАН, КРАШЕНИЕ, АНТИБАКТЕРИАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА, ЦВЕТОВЫЕ РАЗЛИЧИЯ, УСТОЙЧИВОСТЬ ОКРАСКИ**

Одним из направлений современного развития технологии текстильных материалов является придание им бактерицидности. В работе исследовалась возможность совмещения антибактериальной обработки с процессом крашения тканей, содержащих полиэфирные волокна, при использовании триклозана. Особенностью выбранного биоцида является его способность пластифицировать структуру полиэфира и облегчать диффузию красителя, что позволит снизить температуру крашения на 30–40 °С (до 100 °С) или при высокотемпературном крашении уменьшить расход красителя за счет его большей выбираемости. Изучалось влияние концентрации триклозана, концентрации красителя и времени крашения на колористические характеристики ткани и устойчивость окраски к физико-химическим воздействиям. Показано, что при использовании триклозана интенсивность окраски значительно увеличивается во всех вариантах крашения, а устойчивость окраски сохраняется. Доказано приобретение материалом антибактериальных свойств. Следовательно, триклозан может обеспечить не только снижение энергетических затрат при крашении, но

#### ABSTRACT

**POLYESTER FIBER, INTENSIFIER, TRICLOSAN, DYEING, ANTIBACTERIAL PROPERTIES, COLOR DIFFERENCE, COLOR STABILITY**

The work investigated the possibility of combining the antibacterial treatment with the process of dyeing fabrics, containing polyester fibers, using triclosan. A feature of the chosen biocide is its ability to plasticize the polyester structure and facilitate dye diffusion, which will allow to lower the dyeing temperature of 30–40 °C (to 100 °C) or at high temperature dyeing decrease the consumption of the dye due to its greater selectability. It is shown that by using the triclosan color intensity increases while color stability persists. The fact of obtaining antibacterial properties is proved. Triclosan can not only provide a reduction in energy consumption during dyeing but also eliminate the antibacterial treatment at final finishing step. It can be recommended for the dyeing of fabrics that contain polyester fibers.

\* E-mail: [htvms@tut.by](mailto:htvms@tut.by) (S. Piatrova-Kuminskaya)

*и исключение бактерицидной обработки на стадии заключительной отделки. Можно рекомендовать использование триклозана для крашения тканей, содержащих полиэфирные волокна.*

Волокна на основе полиэтилентерефталата отличаются высокой плотностью строения, что затрудняет процесс диффузии в них красителя и осложняет крашение. Поэтому при окрашивании текстильных материалов из полиэфира применяются высокотемпературные способы крашения (при температуре 130–140 °С под давлением или непрерывный термозольный способ с температурой выше 200 °С). Крашением при температурах, близких к 100 °С, можно достичь только светлых тонов. С целью разрыхления структуры полимера и достижения средних и темных окрасок при невысоких температурах разработаны процессы крашения с использованием интенсификаторов (переносчиков) [1–3].

В данной работе исследовался новый интенсификатор фенол-фенольного типа – триклозан, который обладает сильными антибактериальными и антимикробными свойствами широкого спектра действия. Возможность его использования на стадии крашения текстильных материалов с компонентом полиэфира позволит не только снизить температуру колорирования, но и исключить бактерицидную обработку на стадии заключительной отделки.

На полиэфирных (п/э) тканях исследовались:

- место ввода интенсификатора при крашении;
- концентрация интенсификатора;
- воздействие интенсификатора при различных концентрациях красителя;
- продолжительность обработки ткани интенсификатором перед крашением.

Влияние различных факторов оценивалось по коэффициентам избирательного поглощения красителя, по колористическим характеристикам окрашенной ткани и устойчивости окраски к физико-химическим воздействиям. Проверялась также бактерицидность ткани на грамположительные условно-патогенные микроорганизмы *Staphylococcus aureus* и грамотрицательную кишечную палочку *Escherichia coli*.

Изучались варианты крашения п/э ткани дисперсным синим красителем:

- с введением триклозана в красильную ванну в начале крашения;
- с вводом в ванну спустя 30 минут после начала крашения;
- предварительная обработка материала перед крашением водной эмульсией интенсификатора.

Первые два варианта не дали положительных результатов – интенсивность окраски не повышалась, а даже несколько снижалась. По-видимому, триклозан с красителем образует ассоциаты, которые имеют значительные размеры и плохо проникают в структуру волокна. По третьему варианту окраска была намного темнее получаемой при крашении без интенсификатора. Но мы столкнулись с недостаточной однородностью водной дисперсии интенсификатора и, как следствие, с неравномерной окраской ткани. С целью выбора оптимального диспергатора и его концентрации для образования мелкой и устойчивой дисперсии триклозана изучался ряд ПАВ, используемых при крашении и отделке полиэфирных текстильных материалов. Исследовались такие характеристики, как критическая концентрация мицеллообразования, температура помутнения и способность к солюбилизации раствора ПАВ по отношению к выбранному интенсификатору. Высокий эффект однородности дисперсии обеспечивают Форил ФК, диспергатор ТС, Генапол 080 и Генапол 050 при концентрациях 1,5–2 г/дм<sup>3</sup>. Для дальнейших опытов по крашению использовался диспергатор ТС (2 г/дм<sup>3</sup>).

На основании полученных экспериментальных данных по крашению п/э тканей с использованием триклозана подобраны оптимальные условия крашения, позволяющие снизить температуру крашения на 30–40 °С и достичь бактерицидности материала [4].

Проблема придания материалам антибактериальных свойств стоит значительно острее для смешанных тканей, содержащих натуральные волокна, чем для полиэфирных [5]. Поэтому представляло интерес использование данного интенсификатора при крашении хлопко-полиэфирной ткани.

При исследовании процесса крашения хлопко-полиэфирной ткани с применением триклозана ставились следующие задачи:

- проанализировать изменение колористических и механических свойств ткани и устойчивости окраски к физико-химическим воздействиям;
- подобрать оптимальные условия для крашения с интенсификатором;
- проверить образцы ткани на наличие бактерицидных свойств.

Для исследований использовалась хлопко-полиэфирная ткань артикула 4С5-КВ, содержащая 53 % полиэфира и 47 % хлопка. Перед крашением ткань была подготовлена на промышленной установке ОАО «Моготекс» на линии отварки – отбели фирмы «Беннингер» и сушильно-ширильной стабилизационной машине фирмы «Вакаяма». Подготовка ткани включала расшлихтовку, отбелку и стабилизацию горячим воздухом.

Обработка ткани эмульсией интенсификатора и крашение проводились на лабораторной красильной машине Atac, установленной в производственной лаборатории ОАО «Моготекс». Образцы ткани предварительно обрабатывали эмульсией триклозана с диспергатором, крашение осуществляли дисперсным синим 2, затем безактивным синим V-RN.

С целью выбора оптимальной продолжительности крашения полиэфирного компонента окрашивали ткань дисперсным красителем при 100 °С в течение 30–70 минут и определяли коэффициенты выбираемости красителя. Максимум поглощения красителя достигался при времени крашения 60 минут. Эта продолжительность и была принята при всех последующих испытаниях.

Условия обработки ткани интенсификатором перед крашением: модуль ванны  $M = 10$ ; интенсификатор (1–5 г/дм<sup>3</sup>); диспергатор ТС (2 г/дм<sup>3</sup>); продолжительность 60 минут; темпера-

тура 100 °С.

Условия крашения полиэфирной составляющей ткани: модуль ванны  $M = 10$ ; краситель дисперсный синий 2 (1–3 % масс.); диспергатор ТС (2 г/дм<sup>3</sup>); кислота уксусная (1 г/дм<sup>3</sup>); продолжительность 60 минут; температура 100 °С.

Крашение хлопковой составляющей ткани проводили в условиях, идентичных производственным (на ОАО «Моготекс»), а именно: модуль ванны  $M = 10$ ; соль поваренная (40 г/дм<sup>3</sup>); краситель безактивный синий V-RN (1,5–4 % масс.); сода кальцинированная (5 г/дм<sup>3</sup>); сода каустическая (1,3–2,2 г/дм<sup>3</sup>); продолжительность 85 минут; температура 60 °С. Условия крашения хлопковой составляющей во всех опытах не меняли.

Образцы, окрашенные при 100 °С с использованием триклозана, имели более интенсивную окраску по сравнению с образцами, полученными при высокотемпературном крашении (130 °С) без триклозана. Только при концентрации триклозана 1 г/дм<sup>3</sup> цвета образцов были одинаковыми.

Для количественной оценки цветовых различий между образцами применялся инструментальный анализ характеристик цвета с помощью прибора Datacolor SF 600. Измерения проводили в системе СМС, при источнике освещения  $D_{65}$ , включающем ультрафиолетовую составляющую (имеющую цветовую температуру 6500 °К). Определяли показатели: общие цветовые различия, различия по тону, чистоте и светлоте.

В качестве эталонных образцов использовалась ткань, окрашенная при 130 °С.

Результаты представлены в таблице 1.

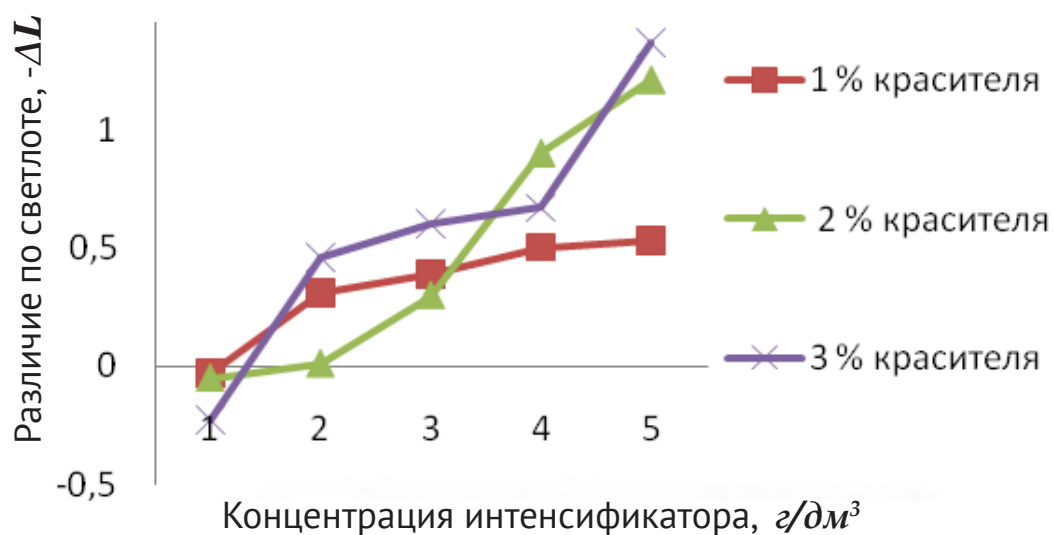
Зависимость различий интенсивности окраски от концентрации триклозана дана на рисунке.

Как видно из приведенных данных, с увеличением концентрации триклозана увеличивается интенсивность окраски. Для достижения окраски, получаемой в производственных условиях при 130 °С (под давлением), достаточно концентрации триклозана 2 г/дм<sup>3</sup> при температуре крашения 100 °С. Влияние триклозана больше проявляется при окрашивании материала в темные тона (концентрация красителя 2 и 3 %) и в меньшей мере для низкой концентрации красителя.

В условиях эксплуатации текстильные мате-

Таблица 1 – Анализ образцов по цветовым различиям

Концентрация красителя дисперсного (активного)	Концентрация интенсификатора	$\Delta L$ (светлота)	$\Delta C$ (насыщенность)	$\Delta H$ (цветовой тон)	$\Delta E$ (общее цветовое различие)
1 % (1,5 %)	1 г/дм <sup>3</sup>	0,03	-0,19	0,021	0,19
	2 г/дм <sup>3</sup>	-0,31	-0,27	0,03	0,41
	3 г/дм <sup>3</sup>	-0,39	-0,20	0,022	0,44
	4 г/дм <sup>3</sup>	-0,50	-0,29	0,34	0,67
	5 г/дм <sup>3</sup>	-0,53	-0,3	0,29	0,59
2 % (2,5 %)	1 г/дм <sup>3</sup>	0,05	-0,023	0,16	0,16
	2 г/дм <sup>3</sup>	-0,01	-0,19	0,00	0,19
	3 г/дм <sup>3</sup>	-0,30	-0,21	0,73	0,82
	4 г/дм <sup>3</sup>	-0,90	-0,50	0,07	1,21
	5 г/дм <sup>3</sup>	-1,21	-0,63	1,11	1,76
3 % (4 %)	1 г/дм <sup>3</sup>	0,23	0,09	0,54	0,59
	2 г/дм <sup>3</sup>	-0,46	-0,33	0,68	0,89
	3 г/дм <sup>3</sup>	-0,60	-0,55	0,68	1,06
	4 г/дм <sup>3</sup>	-0,67	-1,13	0,13	1,32
	5 г/дм <sup>3</sup>	-1,37	-1,26	0,67	1,98

Рисунок – Зависимость различий по светлоте ( $-\Delta L$ ) от концентрации интенсификатора

риалы испытывают воздействия световых лучей, влаги, температуры, механических усилий и различных химических реагентов в результате действия светопогоды, стирки, глажения, пота, химической чистки, трения и т. д. Под влиянием перечисленных факторов происходят физико-химические изменения в структуре красителей и нарушение прочности их связи с волокнами, что приводит к необратимым изменениям цвета материала и закрашиванию соприкасающихся с ним поверхностей.

Нами испытаны образцы тканей, окрашенных в различных условиях, на устойчивость окраски к действию мыла, пота, к сухому и мокрому трению по стандартным методикам.

Все образцы: и окрашенные при  $t = 130\text{ }^{\circ}\text{C}$  без применения интенсификатора, и при  $t = 100\text{ }^{\circ}\text{C}$  с интенсификатором – имеют высокие показатели устойчивости окрасок (к действию мыла и пота 4–5 баллов, к сухому и мокрому трению 4 балла). При более высоких концентрациях интенсификатора устойчивость окраски несколько увеличивается, следовательно, интенсификатор позволяет красителю глубже проникать в структуру волокон.

Интенсификаторы крашения, пластифицируя структуру полимера, могут вызвать снижение прочности материала при растяжении. Для выявления такого воздействия были проведены испытания на разрывных машинах полиэфирных нитей и тканей, обработанных триклозаном, в сравнении с необработанными образцами. Результаты представлены в таблице 2. Условия обработки интенсификатором: концентрация –

2 г/дм<sup>3</sup>, температура – 100 °С, продолжительность – 60 минут.

Из представленных данных следует: применение триклозана незначительно уменьшает прочность и увеличивает удлинение нити при разрыве, еще в меньшей мере это отражается на ткани. Полученные отклонения не вышли за пределы допустимых.

Для определения степени бактерицидности образцов, окрашенных с триклозаном [6, 7], были проведены исследования в УЗ «Могилевский областной центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья».

Антимикробная активность образцов определялась методом зон согласно Методическим указаниям по лабораторной оценке антимикробной активности текстильных материалов, содержащих антимикробные препараты № 28-6/32, утвержденным МЗ СССР 18.11.83 г. Показателем антимикробной активности материалов служила зона задержки роста тест-штаммов (грамположительных условно-патогенных микроорганизмов *Staphylococcus aureus* и грамотрицательной кишечной палочки *Escherichia coli*) вокруг образца испытуемого материала.

Результаты исследования приведены в таблице 3.

У образцов, окрашенных с предварительной обработкой триклозаном, наблюдается высокая антимикробная активность. Повышение концентрации интенсификатора выше 2 г/дм<sup>3</sup> не влияет на антимикробную деятельность.

Таблица 2 – Показатели характеристик при растяжении

Образец	Разрывная нагрузка, Н	Удлинение, %
Полиэфирная нить, $T = 28\text{ текс}$		
исходная	19,27±0,3	9,13±1
с обработкой интенсификатором	18,25±0,3	13,06±1
Окрашенная ткань (основа)		
без интенсификатора	615±5	22,9±1
с интенсификатором	597±5	26,2±1
Окрашенная ткань (уток)		
без интенсификатора	575±5	30,4±1
с интенсификатором	556±5	34,1±1

Таблица 3 – Оценка антимикробной активности

Наименование проб	Значение показателей по ТНПА	Фактическое значение показателей по результатам исследований
Ткань артикула 4С5-КВ, обработанная эмульсией интенсификатора с концентрацией 2 г/дм <sup>3</sup>	не менее 4 мм	<i>S.aureu</i> – 49 мм <i>E.coli</i> – 36 мм
Ткань артикула 4С5-КВ, обработанная эмульсией интенсификатора с концентрацией 3 г/дм <sup>3</sup>	не менее 4 мм	<i>S.aureu</i> – 46 мм <i>E.coli</i> – 34 мм

Основные выводы по работе:

- обработка тканей интенсификатором – триклозаном – позволяет снизить температуру крашения полиэфирной составляющей до 100 °С;
- увеличение концентрации триклозана при обработке ткани перед крашением с 1 до 5 г/дм<sup>3</sup> при прочих равных условиях повышает интенсивность окраски;
- влияние триклозана больше проявляется при крашении материала в темные тона, чем в светлые;

- на основании показателей разрывных нагрузок и удлинения при разрыве для нити и ткани можно заключить, что применение интенсификатора незначительно уменьшает прочность нити, еще в меньшей степени это отражается на ткани;
- доказано приобретение окрашенным материалом бактерицидных свойств.

Результаты проведенной работы указывают на целесообразность использования триклозана для крашения тканей, содержащих полиэфирные волокна.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Кричевский, Г. Е. *Химическая технология текстильных материалов*, Москва, МГУ, 2001, Т. 2, 540 с.
2. Забашта, В. И. *Основы интенсификации крашения полиэфирных волокон*, Ленинград, ЛГУ, 1981, 136 с.
3. Мельников, Б. Н., Блиничева, И.Б. *Теоретические основы технологии крашения волокнистых материалов*, Москва, Легкая индустрия, 304 с.
4. Петрова-Куминская, С. В., Миронова, А. В. (2014), Развитие низкотемпературного способа крашения полиэфирных текстильных материалов, Ресурсы и энергосберегающие технологии

#### REFERENCES

1. Krichevskij, G. E. (2001), *Himicheskaja tehnologija tekstil'nyh materialov* [Engineering chemistry of textiles], Moscow : MGU publ., vol.2, 540 p.
2. Zabachta, V. I. (1981), *Osnovy intensifikacii krachenija poliefirnyh volokon* [Bases of an intensification of dyeing of polyester fibers], Leningrad : LGU publ., 136 p.
3. Mel'nikov, B. N. (1978), *Teoreticheskiye osnovy tehnologii krachenija voloknistyh materialov* [Theoretical bases of technology of dyeing of fibroids], Moscow : Liogkaja industrija publ., 304 p.
4. Petrova-Kuminskaja, S. V., Mironova, A. V. (2014), Development of the low-temperature way

и оборудование. Экологически безопасные технологии, *Материалы Международной научно-технической конференции*, Минск, 2014, С. 147–150.

5. Макарова, Н. А., Бузов, Б. А. (2002), Современные антимикробные материалы на текстильных носителях, *Текстильная промышленность*, 2002, №2, С. 32–33.
6. Tuge, U., Dietz, S. (2002), Klinische verwendung von Nahtmaterial, *Kongressbd Dtsch Ges Cheer*, № 119, pp. 276–282.
7. Jurgens, W. J., Oedayraisingh, Varma M. J., Helder, M. N. (2008), Effect of tissue-harvesting site on yield of stem cells derived from adipose tissue: implications for cell-based therapies, *Cell Tissue Res.*, № 332, pp. 415–426.

of dyeing of polyester textiles [Razvitie nizekoterperaturnogo sposoba krachenija poliefirnyhtekstil'nyh materialov], Resource- and energy saving technologies and equipment, ecologically safe technologies, *Materials of the BSTU International scientific and technical conference*, Minsk, 2014, pp. 147–150.

5. Makarova, N. A., Buzov, B. A. (2002), The modern antimicrobial materials on textile carriers [Sovremennyje antimikrobnnye materialy na tekstil'nyh nositelah], *Tekstil'naja promychlennost – Textile industry*, 2002, № 2, pp. 32–33.
6. Tuge, U., Dietz, S. (2002), Klinische verwendung von Nahtmaterial, *Kongressbd Dtsch Ges Cheer*, № 119, pp. 276–282.
7. Jurgens, W. J., Oedayraisingh, Varma M. J., Helder, M. N. (2008), Effect of tissue-harvesting site on yield of stem cells derived from adipose tissue: implications for cell-based therapies, *Cell Tissue Res.*, № 332, pp. 415–426.

Статья поступила в редакцию 26. 03. 2018 г.