

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНТЕНСИФИКАТОРОВ-БИОЦИДОВ ПРИ КРАШЕНИИ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДИСПЕРСНЫМИ КРАСИТЕЛЯМИ

Ю.А. Самолазова, С.В. Петрова-Куминская

Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий, Республика Беларусь

### АННОТАЦИЯ

Развитие отделочного производства в направлении придания антибактериальных свойств текстильным материалам является целесообразным ввиду высокой востребованности данного вида продукции. Наиболее перспективным в этой связи является использование красителей или ТВВ, бактерицидность которых известна и достаточно исследована.

Целью работы было исследование возможности использования известных бактерицидных препаратов в качестве интенсификаторов крашения гидрофобных материалов дисперсными красителями. Такие препараты, оставаясь в материале, могут оказывать пролонгированное действие на микроорганизмы, кроме того, позволят снизить температуру крашения, повысить интенсивность окраски, уменьшить расход красителя.

Изучалось крашение трех видов тканей, различающихся плотностью строения волокон и доступностью диффузии в них красителей, – ацетатной, полиамидной и полиэфирной. В качестве интенсификаторов использовались биоциды: триклозан, гидрохинон, резорцин и  $\beta$ -нафтол.

В работе ставились задачи: выбрать оптимальные условия крашения с использованием различных интенсификаторов, оценить малые цветовые различия окрашенных образцов, изучить кинетику крашения тканей в присутствии интенсификаторов.

В результате проведенной работы были изучены: влияние природы и концентрации препаратов на цветовые характеристики тканей и кинетику крашения; выбраны наиболее предпочтительные интенсификаторы и их концентрации для каждого вида ткани, подобран оптимальный вариант использования триклозана при крашении.

Полученные результаты свидетельствуют о возможности применения рассматриваемых представителей фенолов, обладающих антибактериальными свойствами, в качестве интенсификаторов крашения гидрофобных тканей. Это позволит повысить выбираемость красителей и одновременно придать тканям бактерицидность, следовательно, сократить стадии заключительной отделки.

**Ключевые слова:** гидрофобные ткани; крашение; биоцид; интенсификатор; цветовые различия.

**Информация о статье:** поступила 9 октября 2023 года.

## THE USE OF INTENSIFIERS-BIOCIDES IN THE DYEING OF TEXTILE MATERIALS WITH DISPERSED DYES

Julia A. Samolazova, Sviatlana V. Piatrova-Kuminskaya

Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, Republic of Belarus

### ABSTRACT

Endowing textile materials with antimicrobial properties aims to achieve two main goals: protection of the material from the effects of microorganisms and protection from the effects of pathogenic microflora of objects in contact with textile materials. The most promising approach in the finishing process is the use of dyes or textile auxiliaries, the bactericidal activity of which is known and sufficiently investigated. An analysis of modern preparations, known in medicine as bactericidal or antiseptic, shows that many of them are similar in structure and other characteristics to preparations widely used in textile chemistry as intensifiers of the dyeing process of synthetic fibrous materials.

*This work is devoted to the study of the processes of dyeing hydrophobic textile materials with dispersed dyes using preparations with antibacterial properties (triclosan, hydroquinone, resorcinol,  $\beta$ -naphthol) as intensifiers.*

*As a result of the work carried out, the influence of the nature and concentration of preparations on the color characteristics of fabrics and the kinetics of dyeing processes was studied; the optimal method of processing materials with the strongest intensifier – triclosan – was selected.*

*The obtained results indicate the possibility of using considered representatives of phenols, which have antibacterial properties, as intensifiers for dyeing polyester, polyamide and acetate fabrics. This will increase the selection of dyes, reduce the dyeing temperatures and at the same time impart biocidal properties to fabrics, thereby reducing the stages of final finishing.*

**Keywords:** hydrophobic fabrics; biocide; intensifier; color differences.

**Article info:** received October 9, 2023.

С ростом осведомленности общественного здравоохранения о патогенных эффектах, неприятных запахах и пятнах, вызываемых микроорганизмами, возрастает потребность в антибактериальных материалах во многих областях применения, таких как медицинский инвентарь, здравоохранение, системы очистки воды, больницы, стоматологическое и хирургическое оборудование, текстиль, упаковка и хранение пищевых продуктов, пр.

Текстильные материалы, обладающие способностью противостоять болезнетворным и гнилым бактериям, обеспечивающие защиту от вирусов и микробов давно завоевали прочное положение на мировом рынке [1]. В зависимости от области применения текстиля (в быту, спорте, технике, медицине и т. д.) используют различные биоциды, технологии и виды отделки [2].

Придание текстильным материалам антимикробных свойств преследует две основные цели: защиту материала от действия микроорганизмов и защиту от действия патогенной микрофлоры объектов, соприкасающихся с текстильными материалами [3]. Развитие отделочного производства в направлении придания антибактериальных свойств текстильным материалам является целесообразным ввиду высокой востребованности данного вида продукции. В целом, потребность в противомикробной и гигиенической отделке, похоже, сохранится в обозримом будущем.

Наиболее перспективным в отделочном производстве является использование красителей или ТВВ, бактерицидность которых известна и достаточно исследована. Анализ современных препаратов, известных в медицине как бактерицидные и (или) антисептические, показы-

вает, что многие из них по своему строению и другим признакам подобны препаратам, широко применяющимся в текстильной химии как интенсификаторы процесса крашения синтетических волокнистых материалов.

Целью работы было исследование возможности использования бактерицидных препаратов с известным действием в двух направлениях: интенсификации процесса крашения гидрофобных материалов и параллельное придание им бактерицидных свойств. Такие препараты, оставаясь в материале, могут оказывать пролонгированное действие на микроорганизмы, кроме того, позволят снизить температуру крашения, повысить интенсивность окраски, уменьшить расход красителя [4].

В более ранних работах нами предложен в качестве интенсификатора крашения полиэфирных волокон триклозан – антибактериальный, противомикробный и противогрибковый препарат широкого спектра действия [5]. Окрашенные с его применением ткани приобретали высокую устойчивость к стафилококку и кишечной палочке, что подтверждено результатами санитарно-микробиологических исследований УЗ «Могилевского областного центра гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья» (Пр. №4.627.1-5/148-152 от 02.06.2015 г.). Благодаря антибактериальным свойствам триклозан нашел широкое применение в различных потребительских товарах, включая зубные пасты, дезодоранты, мыло, полимеры и волокна [6].

В качестве интенсификаторов в данной работе наряду с триклозаном были выбраны биоциды:  $\beta$ -нафтол, гидрохинон и резорцин [7, 8].

Резорцин – классический противогрибковый препарат, гидрохинон обладает антисептиче-

ским действием,  $\beta$ -нафтол проявляет антибактериальное действие (кишечная палочка, сальмонелла, цигеллы).

В работе ставились следующие задачи:

- выбрать оптимальные условия крашения с использованием различных интенсификаторов;
- оценить малые цветовые различия окрашенных образцов;
- изучить кинетику крашения тканей в присутствии интенсификаторов.

Крашение проводили дисперсным оранжевым красителем трех видов гидрофобных тканей, различающихся плотностью структуры, степенью кристалличности и доступностью действия красителя: ацетатной, полиамидной и полиэфирной.

Крашение всех образцов ацетатной ткани проводилось в условиях: модуль ванны  $M = 60$ , температура крашения –  $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ , продолжительность – 40 минут, концентрация диспергатора НФ  $C = 2\text{ г/л}$ , концентрация красителя  $C = 2\%$  от массы образца ткани.

Различия в крашении заключались в использовании различных интенсификаторов, их концентрации и способе приготовления растворов (дисперсий):

- так как гидрохинон и резорцин растворимы в воде, готовили их растворы и вводили в кра-

сильную ванну. Красильную ванну нагревали до температуры  $60\text{ }^{\circ}\text{C}$  и помещали в нее образец ткани. Температуру поднимали до  $70\text{ }^{\circ}\text{C}$  и красили в течении 40 минут, непрерывно перемешивая;

–  $\beta$ -нафтол, диспергатор НФ и краситель затирали в ступке с добавлением воды. Полученную суспензию переносили в стакан. Красильную ванну нагревали до температуры  $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ , помещали в нее образец ткани. Крашение проводили аналогично;

– для введения триклозана в красильную ванну предварительно готовили его эмульсию с диспергатором, которую нагревали до температуры  $60\text{ }^{\circ}\text{C}$  и тщательно взбивали. В подогретую до  $60\text{ }^{\circ}\text{C}$  красильную ванну (с красителем и диспергатором) вводили эмульсию триклозана, помещали в нее образец ткани. Далее крашение при  $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

После крашения образцы тканей промывали горячей и холодной водой и сушили на воздухе при комнатной температуре.

Окрашенные образцы анализировались на приборе спектрофотометре YS 3060. Все окрашенные с интенсификаторами образцы сравнивали со стандартом – образцом, окрашенным без интенсификатора. В таблице 1 представлены показатели малых цветовых различий.

Таблица 1 – Показатели малых цветовых различий ацетатной ткани

Интенсификаторы	Общие цветовые различия, $\Delta E$	Изменения светлоты, $\Delta L$	Изменения тона, $\Delta H$	Изменения чистоты, $\Delta C$
Гидрохинон 2 г/л	3,20	-2,82	1,04	-1,97
Гидрохинон 5 г/л	6,39	-7,16	-2,67	0,14
Резорцин 2 г/л	1,84	1,06	-1,04	1,23
Резорцин 5 г/л	2,13	-2,36	-0,82	0,06
$\beta$ -нафтол 2 г/л	2,03	1,74	0,83	-1,06
$\beta$ -нафтол 5 г/л	6,95	-1,56	1,31	-6,69
Триклозан 1 г/л	8,69	-5,75	-7,17	0,71

Как видно из результатов, резорцин и  $\beta$ -нафтол интенсифицируют крашение при концентрации в красильной ванне 5 г/л, а при использовании гидрохинона такую же интенсивность окраски можно достичь при концентрации 2 г/л. Наиболее сильным интенсификатором выступит триклозан, количества которого достаточно 1 г/л, чтобы достичь значительного эффекта. Но при содержании его в ванне 2 г/л ткань приобретает жесткость, а при еще большей концентрации пластифицирующее действие настолько сильное, что наблюдается размягчение полимера и деформация ткани.

Крашение полиэфирной ткани проводилось в следующих условиях: модуль ванны  $M = 60$ , температура крашения – 100 °С, продолжительность – 1 час, концентрация диспергатора ТС  $C = 2$  г/л, концентрация красителя  $C = 2$  % от массы образца ткани.

Приготовление красильной ванны проводилось аналогично описанной выше методике. В таблице 2 представлены показатели малых цветовых различий.

Образцы тканей, окрашенных с применением резорцина, имели окраску, близкую стандартному образцу, а гидрохинона – даже светлее. Это может свидетельствовать о низком сродстве двухатомных фенолов к полиэфиру и нецеле-

сообразности их использования в качестве интенсификаторов крашения.  $\beta$ -нафтол проявляет сильное пластифицирующее действие, особенно, при содержании в красильной ванне в количестве 5 г/л. Триклозан обеспечивает более темную, интенсивную окраску полиэфирной ткани по сравнению со стандартом уже при концентрации 2 г/л.

Крашение полиамидной ткани проводилось в условиях, идентичных крашению полиэфирной ткани. Приготовление красильной ванны проводилось аналогично предыдущим вариантам. В таблице 3 представлены показатели малых цветовых различий.

Наиболее слабое действие на капрон оказывает гидрохинон (даже при концентрации 5 г/л) и резорцин при концентрации 2 г/л. Высокий эффект оказывают  $\beta$ -нафтол и триклозан. Но применение триклозана при концентрациях выше 2 г/л невозможно, т. к. появляется жесткость ткани.

В работе изучалась кинетика процессов крашения ацетатной, полиэфирной и полиамидной ткани в присутствии интенсификаторов: гидрохинона,  $\beta$ -нафтола и триклозана. По изменению оптической плотности красильных ванн во время крашения наблюдался ход поглощения красителя, определялось оптимальное время

Таблица 2 – Показатели малых цветовых различий полиэфирной ткани

Интенсификаторы	Общие цветовые различия, $\Delta E$	Изменения светлоты, $\Delta L$	Изменения тона, $\Delta H$	Изменения чистоты, $\Delta C$
Гидрохинон 2 г/л	7,39	2,72	4,15	-5,77
Гидрохинон 5 г/л	2,20	0,21	-0,21	-2,18
Резорцин 2 г/л	1,28	-0,42	0,69	-1,00
Резорцин 5 г/л	4,29	-1,92	3,01	-2,70
$\beta$ -нафтол 2 г/л	4,36	-4,27	-1,47	2,58
$\beta$ -нафтол 5 г/л	13,12	-14,35	-5,18	5,47
Триклозан 2 г/л	14,84	-14,31	-8,95	5,03

Таблица 3 – Показатели малых цветовых различий полиамидной ткани

Интенсификаторы	Общие цветовые различия, $\Delta E$	Изменения светлоты, $\Delta L$	Изменения тона, $\Delta H$	Изменения чистоты, $\Delta C$
Гидрохинон 2 г/л	4,94	2,88	2,26	-3,83
Гидрохинон 5 г/л	3,89	-0,81	2,88	-2,48
Резорцин 2 г/л	2,72	-0,423	-2,24	1,50
Резорцин 5 г/л	7,74	-4,03	-4,59	5,46
$\beta$ -нафтол 2 г/л	8,07	-7,34	1,75	5,59
$\beta$ -нафтол 5 г/л	14,77	-16,18	-0,25	8,26
Триклозан 2 г/л	11,47	-11,84	-4,23	6,02

крашения и оценивался коэффициент выбираемости красителей. Отбираемые пробы ванны (первоначальная и через каждые 10 минут крашения) объемом 1 мл разбавлялись в 5 раз, помещались в кювету на 5 мм и анализировались на колориметре КФК-2 при длине волны  $\lambda = 420$  нм. Предварительно были построены калибровочные графики зависимости оптической плотности от концентрации красителя.

Кривые изменения оптической плотности, а, следовательно, и концентрации красителя со временем крашения ацетатной, полиэфирной и полиамидной тканей показаны соответственно на рисунках 1, 2, и 3. По значениям содержания красителя в начальной и остаточной ванне рассчитывались коэффициенты выбираемости (формула 1, таблица 4):

$$K_{\text{выб}} = \frac{C_{\text{н}} - C_{\text{х}}}{C_{\text{н}}} \cdot 100 \% \quad (1)$$

Как видно из представленного графика, все интенсификаторы ускоряют процесс в начальном периоде крашения (20–30 минут) по сравнению с более медленным и равномерным выбором красителя при крашении в стандартных условиях. Оптимальное время крашения – 50 минут.

Ход кривой крашения полиэфирной ткани с использованием в красильной ванне гидрохи-

нона практически не отличается от стандартного крашения. Равновесие крашения во всех представленных вариантах устанавливается через 70 минут.

Наблюдается плавное снижение концентрации красителя в ванне. Равновесие крашения полиамидной ткани достигается через 60 минут.

На основании представленных данных можно заключить, что водорастворимый гидрохинон из-за низкого сродства к полиэфиру не может использоваться в качестве интенсификатора его крашения, но вполне применим для ацетата.  $\beta$ -нафтол можно использовать для всех трех видов тканей, а триклозан, как наиболее сильный интенсификатор, целесообразно применять для ацетата и полиамида при концентрациях ниже 2 г/л. Сведения по светлоте окрашенных образцов достаточно хорошо коррелируют с результатами по выбираемости красителя, различия связаны с неодинаковым удалением красителя при промывке после крашения.

Как известно из практики крашения текстильных материалов дисперсными красителями с интенсификаторами, последние могут вводиться в красильные растворы на различных стадиях крашения. Нами изучены варианты крашения полиэфирной ткани с триклозаном (выбран полиэфир, плотная структура которого наиболее

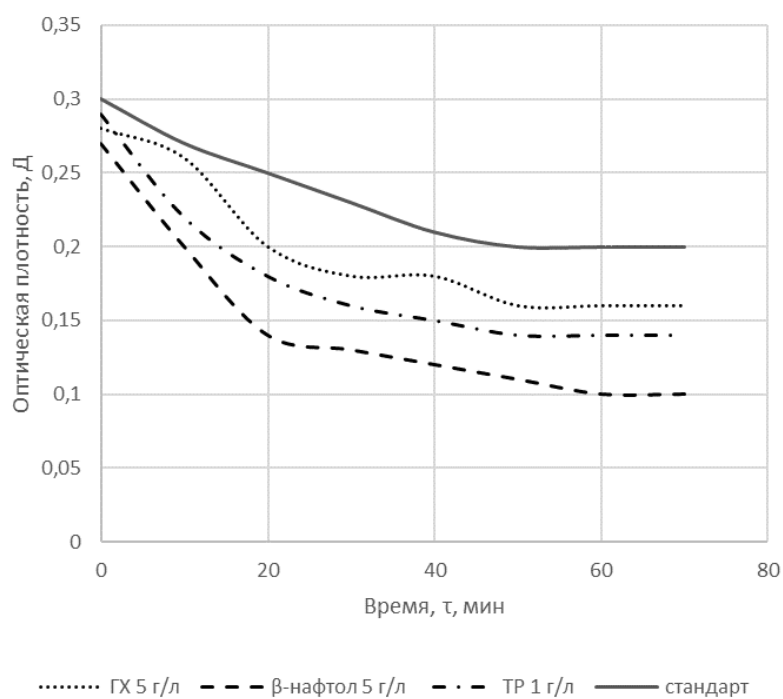


Рисунок 1 – Зависимость оптической плотности (D) от времени (τ) крашения ацетатной ткани

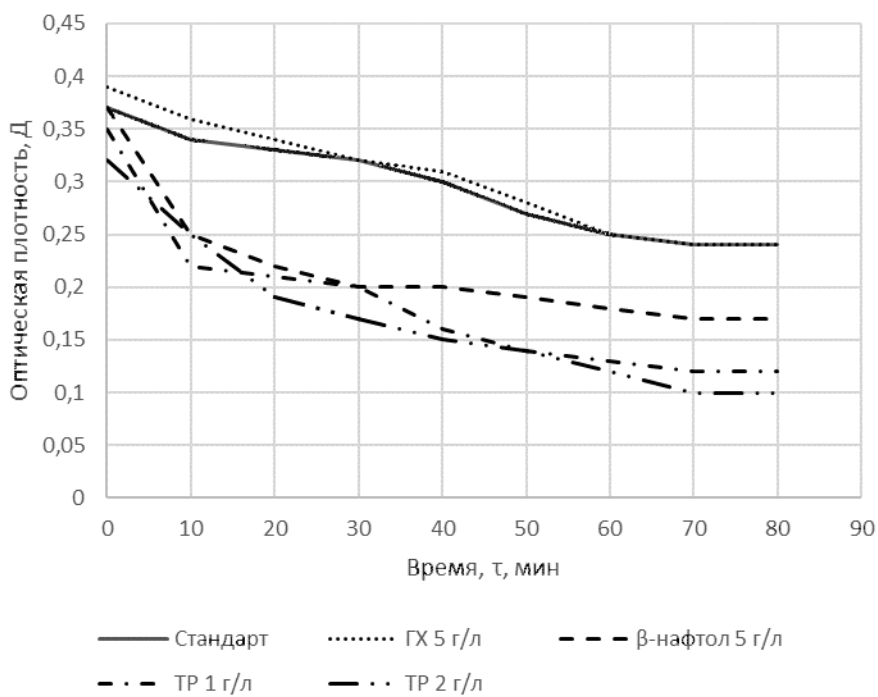


Рисунок 2 – Зависимости оптической плотности (D) от времени (τ) крашения полиэфирной ткани

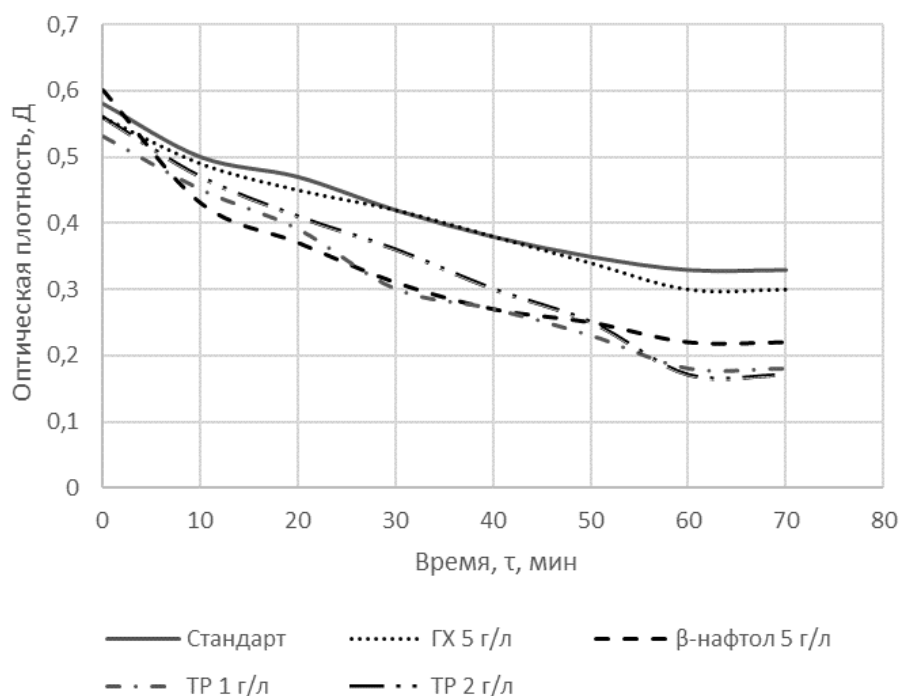


Рисунок 3 – Зависимость оптической плотности (D) от времени (τ) крашения полиамидной ткани

Таблица 4 – Коэффициенты выбираемости красителя

Образцы ткани	Значения коэффициента выбираемости, $K_{выб}^*$ %				
	Стандарт	ГХ (5 г/л)	β-нафтол (5 г/л)	ТР (1 г/л)	ТР (2 г/л)
Ацетат	33,0	48,0	62,8	51,5	-
Полиэфир	35,0	38,0	54,0	65,0	68,8
Полиамид	37,9	45,6	63,0	66,0	69,6

нуждается в пластификации):

- 1) предварительная обработка ткани эмульсией триклозана и диспергатора с последующим отжимом и сушкой ткани перед крашением;
- 2) предварительная обработка эмульсией триклозана и диспергатора с последующим отжимом и крашением ткани без сушки;
- 3) введение триклозана в красильную ванну до погружения в нее ткани.

Анализ результатов крашения по трем вариантам проводился по цветовым характеристикам полученных образцов, а также по кинетике выбора красителя из ванны в процессе кра-

шения.

Стандартные условия крашения по всем вариантам следующие: модуль ванны  $M = 60$ , температура крашения –  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ , концентрация диспергатора ТС  $C = 2\text{ г/л}$ , концентрация красителя дисперсного оранжевого  $C = 2\%$  от массы образца, концентрация интенсификатора триклозана  $C = 2\text{ г/л}$ .

По варианту 3 перед крашением в красильную ванну вводился триклозан в виде водной эмульсии с диспергатором.

Подготовка ткани перед крашением по варианту 1 и 2 включала: диспергатор ТС с трикло-

заном и водой нагревали до температуры 60 °С и тщательно взбивали для получения мелкодисперсной эмульсии. В эмульсию помещали образец ткани и обрабатывали в течении 40 минут при 100 °С непрерывно перемешивая. После обработки образец отжимали (отжим 53 %) и разделяли на две части: первый образец – сушили на воздухе при комнатной температуре, а затем красили; второй – в мокром состоянии погружали в красильную ванну.

Подготовленные образцы окрашивали с одновременным контролем оптической плотности в ванне через каждые 10 минут. Результаты представлены в таблице 5.

Независимо от места введения триклозана в красильную ванну, оптимальным временем крашения является 70 минут.

Значения коэффициентов выбираемости красителя представлены в таблице 6.

Исходя из коэффициентов выбираемости, наиболее приемлемым вариантом обработки триклозаном является предварительная обра-

ботка ткани в течении 40 минут при 100 °С с последующей сушкой. Но и введение этого интенсификатора в красильную ванну или с предварительной обработкой без сушки также обеспечивают высокую выбираемость красителя, в два раза превосходящую результаты крашения без использования интенсификатора.

Значения малых цветовых различий образцов представлены в таблице 7.

К основным выводам работы следует отнести:

- проведен сравнительный анализ действия ряда представителей фенолов, обладающих антибактериальными свойствами, как интенсификаторов крашения трех видов гидрофобных тканей, различающихся плотностью структуры и скоростью диффузии в них дисперсных красителей;

- все рассматриваемые препараты можно использовать при крашении ацетатных тканей, но триклозан можно использовать только при концентрации не более 1 г/л. Более высокие концентрации вызывают чрезмерную пластифици-

Таблица 5 – Значение оптической плотности красильных растворов при крашении с применением интенсификатора триклозана (ТР)

Время, $t$ , мин	Оптическая плотность (Д)			
	Стандарт	ТР в ванне	ТР, крашение сухого образца	ТР, крашение мокрого образца
5	0,37	0,32	0,5	0,53
10	0,34	0,25	0,45	0,38
20	0,33	0,19	0,34	0,30
30	0,32	0,17	0,32	0,27
40	0,30	0,15	0,29	0,24
50	0,27	0,14	0,22	0,22
60	0,25	0,12	0,19	0,20
70	<b>0,24</b>	<b>0,10</b>	<b>0,14</b>	<b>0,19</b>
80	0,24	0,10	0,14	0,19

Таблица 6 – Коэффициенты выбираемости красителя при крашении полиэфирной ткани с триклозаном

Значения коэффициента выбираемости, $K_{выб}$ , %			
Стандарт	ТР в ванне	ТР, крашение сухого образца	ТР, крашение мокрого образца
35,0	68,6	72,0	66,7



Таблица 7 – Показатели малых цветовых различий полиэфирной ткани, окрашенной с триклозаном

Варианты крашения	Общие цветовые различия, $\Delta E$	Изменения светлоты, $\Delta L$	Изменения тона, $\Delta H$	Изменения чистоты, $\Delta C$
ТР в красильной ванне	14,84	-14,31	-8,95	5,03
ТР, крашение сухого образца	23,86	-16,67	-10,82	17,33
ТР, крашение мокрого образца	14,71	-9,54	-3,30	10,70

кацию волокна и жесткость ткани;

- для полиэфирных материалов наиболее целесообразно применять в качестве интенсификатора крашения триклозан и  $\beta$ -нафтол (при более высокой концентрации);

- в крашении полиамидов наиболее предпочтительным можно считать  $\beta$ -нафтол и триклозан (с концентрацией не более 2 г/л);

- на основании данных кинетики крашения при выбранной температуре определено оптимальное время процесса для каждой ткани и

рассчитаны коэффициенты выбираемости красителей;

- из различных способов обработки полиэфирных материалов интенсификатором триклозаном наилучший эффект усиления цвета дает предварительная обработка ткани эмульсией триклозана с последующим отжимом и сушкой перед крашением. Однако, и введение препарата в красильную ванну значительно интенсифицирует крашение.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Яминзода, З. А., Петрова, Л. С., Одинцова, О. И., Владимирцева, Е. Л., Соловьева, А. А., Смирнова, А. С. (2021), Перспективные способы антибактериальной отделки текстильных материалов, *Российский химический журнал*, 2021, № 65(2), С. 67–82.
2. Макарова, Н. А., Бузов, Б. А., Мишаков, В. Ю. (2003), Текстиль против микробов. Номенклатура и качество носителей антимикробных препаратов, *Текстильная промышленность*, 2003, № 6, С. 20–21.
3. Антонова, М. В., Красина, И. В., Илюшина, С. В. (2014), Методы придания антибактериальных свойств текстильным волокнам. Обзор, *Вестник Казанского технологического университета*, 2014, № 18 (17), С. 56–63.
4. Гараніна, О. О., Петрова-Кумінська, С. В., Волохович, Г. О., Зенін, Б. І. (2019), Використання нтенсифікаторів забарвлення для отримання спеціальних властивостей синтетичних текстильних матеріалів, *Матеріали 111 Міжнародної науково-практичної конференції текстильних та фешн технологій*, Київ, 2019, С. 235–240.
5. Миронова, А. В., Петрова-Куминская, С. В., Романкевич, О. В., Гаранина, О. А., Новиков, А. В., Короткевич, И. В. (2018), Способ крашения полиэфирного текстильного материала, совмещенный с антибактериальной обработкой, *Патент РБ: Пат. № 21913 С2 ВУ, МПК (2018) D 06M 13/00 (2006.01)*, опубл. 30.06.2018. Бюл. № 3.
6. Dhende, V.P., Hardin, I.R., Locklin, J. (2012), Durable antimicrobial textiles: types, finishes and applications, *Understanding and Improving the Durability of Textiles*, 2012, pp. 145–173.
7. Забашта, В. Н. (1981), *Основы интенсификации крашения полиэфирных волокон*, Ленинград, 134 с.
8. Кричевский, Г. Е. (2001), *Химическая технология текстильных материалов*, Т. 2, Москва, 540 с.

## REFERENCES

1. Jaminzoda, Z. A., Petrova, L. S., Odincova, O. I., Vladimircева, E. L., Solov'eva, A. A., Smirnova, A. S. (2021), Promising methods of antibacterial finishing of textile materials [Perspektivnye sposoby antibakterial'noj otdelki tekstil'nyh materialov], *Rossiiskij himicheskij zhurnal – Russian Chemical Journal*, 2021, № 65(2), pp. 67–82.
2. Makarova, N. A., Buzov, B. A., Mishakov, V. Ju. (2003), Textiles against microbes. Nomenclature and quality of antimicrobial carriers [Tekstil' protiv mikrobov. Nomenklatura i kachestvo nositelej antimikrobnih preparatov], *Tekstil'naja promyshlennost' – Textile Industry*, 2003, № 6, pp. 20–21.
3. Antonova, M. V., Krasina, I. V., Iljushina, S. V. (2014), Methods of giving antibacterial properties to textile fibers. Review [Metody pridaniya antibakterial'nyh svojstv tekstil'nyh voloknam. Obzor], *Vestnik Kazanskogo tehnologicheskogo universiteta – Herald of Kazan Technological University*, 2014, № 18 (17), pp. 56–63.
4. Garanina, O. A., Petrova-Kuminskaja, S. V., Volohovich, G. A., Zenin, B. I. (2019), The use of dyeing intensifiers to obtain special properties of synthetic textile materials [Ispol'zovanie intensivatorov krasheniya dlja polucheniya special'nyh svojstv sinteticheskikh tekstil'nyh materialov], *Proceedings of the 111 International Scientific and Practical Conference of Textile and Fashion Technologies*, Kiev, 2019, pp. 235–240.
5. Mironova, A. V., Petrova-Kuminskaja, S. V., Romankevich, O. V., Garanina, O. A., Novikov, A. V., Korotkevich, I. V. (2018), A method of dyeing polyester textile material combined with antibacterial treatment [Sposob krasheniya polijefirnogo tekstil'nogo materiala, sovmeshennyj s antibakterial'noj obrabotkoj], *patent RB: Pat. № 21913 C2 BY, MPK (2018) D 06M 13/00 (2006.01) – Patent of the Republic of Belarus: Patent No. 21913 C2 BY, IPC (2018) D 06M 13/00 (2006.01)*, publ. 30.06.2018. Byul. № 3.
6. Dhende, V. P., Hardin, I. R., Locklin, J. (2012), Durable antimicrobial textiles: types, finishes and applications, *Understanding and Improving the Durability of Textiles*, 2012, pp. 145–173.
7. Zabashta, V. N. (1981), *Osnovy intensivatsii krasheniya polijefirnyh volokon* [Fundamentals of polyester fiber dyeing intensification], Leningrad, 134 p.
8. Krichevskij, G. E. (2001), *Himicheskaja tehnologija tekstil'nyh materialov, T. 2* [Chemical technology of textile materials, Vol. 2], Moscow, 540 p.

## Информация об авторах

## Information about the authors

**Самолазова Юлия Александровна**

Аспирант кафедры «Химия и технология высокомолекулярных соединений», Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий, Республика Беларусь.

E-mail: samolazovayulia@yandex.by

**Петрова-Куминская Светлана Владимировна**

Кандидат химических наук, доцент кафедры «Химия и технология высокомолекулярных соединений» Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий, Республика Беларусь.

E-mail: htvms@tut.by

**Julia A. Samolazova**

Postgraduate Student of the Department “Chemistry and Technology of high-molecular compounds”, Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, Republic of Belarus.

E-mail: samolazovayulia@yandex.by

**Sviatlana V. Piatrova-Kuminskaya**

Candidate of Sciences (in Chemistry), Associate Professor of the Department “Chemistry and Technology of high-molecular compound”, Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, Republic of Belarus.

E-mail: htvms@tut.by