

## ИНТЕНСИФИКАЦИЯ СОВМЕЩЕННОГО ПРОЦЕССА КРАШЕНИЯ И АНТИБАКТЕРИАЛЬНОЙ ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНОЙ ОТДЕЛКИ ТКАНЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ УЛЬТРАЗВУКА

### INTENSIFICATION OF THE COMBINED DYEING PROCESS AND ANTIBACTERIAL FINISHING OF FABRICS USING ULTRASOUND

Н.Н. ЯСИНСКАЯ<sup>1</sup>, Ю.А. САМОЛАЗОВА<sup>2</sup>

N.N. YASINSKAYA<sup>1</sup>, Yu.A. SAMOLAZOVA<sup>2</sup>

(<sup>1</sup>Витебский государственный технологический университет, Беларусь)  
(<sup>2</sup>ООО «Союз текстильных компаний», Россия)

(<sup>1</sup>Vitebsk State Technological University, Belarus, Vitebsk)

(<sup>2</sup>LLC «Union of textile companies», Russia)

E-mail: yasinskaynn@rambler.ru, samolazovayulia@yandex.by

*В статье показано влияние ультразвуковой обработки на крашение гидрофобных текстильных материалов дисперсными красителями с интенсификаторами-биоцидами. Применение в процессе крашения интенсификаторов с антибактериальными свойствами обеспечивает двойной эффект – придание материалу биоцидности и снижение температуры крашения. Дополнительное воздействие в таких условиях ультразвука может облегчить диффузию в волокно и красителя, и интенсификатора, усилить интенсивность окраски, ускорить крашение.*

*В качестве объектов исследования использованы ткани, различающиеся по гидрофобности, плотности структуры и соответственно по параметрам крашения. В качестве интенсификатора выбран салициланилид, обладающий антимикробными свойствами. Исследовалось влияние салициланилида на цветовые характеристики тканей, проводилась УЗ-обработка красильных ванн перед крашением, а для ацетата и в процессе крашения. Образцы тканей, окрашенных в разных условиях, сравнивались по интенсивности окраски на спектрофотометре YS 3060.*

*Установлено, что салициланилид и ультразвук для обработки ванны мало воздействуют на ацетатную ткань. Но крашение в условиях ультразвука повышает интенсивность окраски. Показана целесообразность использования салициланилида для интенсификации крашения полиэфирных и полиамидных тканей. Наблюдается положительный эффект от ультразвуковой обработки красильной ванны в течение 30 минут.*

*The article shows the effect of ultrasonic treatment on the dyeing of hydrophobic textile materials with dispersed dyes with intensifiers-biocides. The use of intensifiers with antibacterial properties in the dyeing process has a double effect – making the material biocidal and reducing the dyeing temperature. Additional exposure to ultrasound in such conditions can facilitate the diffusion of both the dye and the intensifier into the fiber, increase the intensity of coloring, and accelerate dyeing.*

*The objects of study were fabrics that differ in hydrophobicity, structure density and, accordingly, dyeing parameters. Salicylanilide, which has antimicrobial properties, was chosen as an intensifier. The influence of salicylanilide on the color characteristics of fabrics was studied; ultrasonic treatment of dye baths was carried out before dyeing, and for acetate during the dyeing process.*

*Tissue samples stained under different conditions were compared in terms of color intensity on the YS 3060 spectrophotometer.*

*It was found that salicylanilide and ultrasound for bath treatment have little effect on acetate tissue. But dyeing under ultrasound conditions increases the intensity of coloring.*

*The expediency of using salicylanilide to intensify dyeing of polyester and polyamide fabrics is shown. There is a positive effect of ultrasonic treatment of the dye bath for 30 minutes.*

**Ключевые слова:** ультразвуковая обработка, интенсификатор, ацетатная ткань, полиэфирная ткань, полиамидная ткань, крашение, малые цветовые различия, интенсивность окраски, биоцид.

**Keywords:** ultrasonic treatment, intensifier, acetate fabric, polyester fabric, polyamide fabric, dyeing, small color differences, coloring intensity, biocide.

#### *Введение*

Одним из методов воздействия на растворы и вещества, распределенные в жидкой фазе, является ультразвуковая обработка. Метод основан на колебаниях ультразвуковых волн, распространяющихся внутри рабочих растворов. Преимущество ультразвуковой обработки перед другими физическими методами заключается в высокой эффективности при минимальных физических усилиях. Этот метод обработки является экологически чистым и не изменяет химический состав обрабатываемого материала. Поэтому поиск новых областей применения ультразвуковых колебаний в жидкостных процессах химической технологии волокнистых материалов является актуальной задачей для текстильной отрасли [1].

В результате анализа литературных источников, касающихся использования ультразвука в технологических процессах отделочного производства, установлено, что он успешно применяется для промывки хлопчатобумажных тканей, интенсификации

процессов мойки шерсти, интенсификации моющего действия растворов, снижения неровноты по линейной плотности и упрочнения льняной пряжи, крашения текстильных материалов из синтетических волокон дисперсными красителями, аппретирования полимерными дисперсиями и др. [2...9]. Интенсифицирующее действие акустических течений на процессы отделочных операций в ультразвуковом поле в основном сводится к ускорению растворения компонентов рабочих ванн и их смешиванию.

Известно, что для интенсификации крашения текстильных материалов из гидрофобных волокон в красильную ванну вводят вещества, способствующие набуханию волокон, увеличению подвижности отдельных сегментов макромолекул полимера, что приводит к повышению проницаемости волокна для красителя. В качестве интенсификаторов используют ароматические оксисоединения (производные фенола), ароматические углеводороды (производные бензола), ароматические кислоты (бензойную,

салициловую) и другие. Анализ современных препаратов, известных в медицине как бактерицидные и(или) антисептические, показывает, что многие из них по своему строению и другим признакам подобны препаратам, широко применяющимся в текстильной химии как интенсификаторы процесса крашения синтетических волокнистых материалов. В более ранних работах авторами предложены в качестве интенсификаторов крашения полиэфирных волокон триклозан,  $\beta$ -нафтол, гидрохинон и резорцин – антибактериальные, противомикробные и противогрибковые препараты широкого спектра действия [10, 11]. Так как большинство из них нерастворимы в воде, применяют их в виде эмульсий или суспензий.

Цель данной работы – установить влияние ультразвуковой обработки на колористические свойства гидрофобных текстильных материалов при крашении дисперсными красителями с интенсификаторами-биоцидами. Применение для крашения интенсификаторов с антимикробными свойствами дает двойной эффект – придание материалу биоцидности и снижение температуры крашения. Предполагается, что использование ультразвука позволит усилить эти эффекты, т. к. приводит к тонкому диспергированию не только красителя, но и интенсификатора, а в условиях крашения также воздействует на структуру волокна.

#### *Объект и методы исследований*

В качестве текстильных материалов выбраны три вида тканей, различающихся по гидрофобности, плотности структуры волокнообразующего полимера и соответственно по параметрам диффузии в них красителей и интенсификаторов, а также по степени их сродства к волокну – ацетатные, полиамидные и полиэфирные. В настоящее время ацетатная ткань в меньшей степени используется в промышленности, чем полиамидная и тем более полиэфирная.

В качестве интенсификатора выбран препарат салициланилид (2-гидрокси-N-фенилбензамид), действие которого на данные ткани не изучено (рис. 1). Известно, что препарат обладает антимикробными свойствами [12].

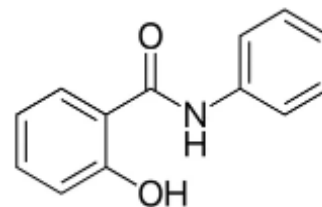


Рис. 1

Для выполнения экспериментальных исследований использована установка – ультразвуковая ванна Specos V-10. Установка позволяет задать необходимые параметры: температуру нагрева в диапазоне 20...80°C (мощность нагрева 100 Вт), время обработки в диапазоне 1...30 мин. Емкость ванны 1 литр, мощность 60 Вт, частота 40 кГц. Ванна оснащена высококачественным ультразвуковым излучателем Ланжевена.

Цветовые характеристики окрашенных образцов тканей измерялись на спектрофотометре YS 3060 компании Shenzhen 3nh Technology Co., Ltd.

Крашение проводилось на лабораторной инфракрасной красильной машине НХ660 НТУ-24Р.

#### *Крашение ацетатной ткани*

Ацетатная ткань отличается от полиамидной и полиэфирной большей диффузионной проницаемостью уже при температуре 70 °С и соответственно высокой скоростью проникновения красителей. Приняты условия крашения: температура – 70 °С, продолжительность крашения – 50 мин, модуль ванны – 10; концентрация красителя – 1,5 % от массы ткани; концентрация диспергатора ТС – 2 г/л; концентрация салициланилида – 2, 3, 5 г/л.

Стандартными считаем условия крашения без салициланилида при прочих одинаковых параметрах.

*А. Крашение в стандартных условиях и с использованием салициланилида различных концентраций.*

Малые цветовые различия приведены в табл. 1. В качестве эталона сравнения выбран образец, окрашенный в стандартных условиях.

Таблица 1

Концентрация салициланилида	Координаты цвета	Общие цветовые различия $\Delta E$	Изменения светлоты $\Delta L$	Изменения тона $\Delta H$	Изменения чистоты $\Delta S$
2 г/л	L*39,03 a*11,03 b*-44,88	1,26	-1,09	0,54	0,10
3 г/л	L*39,08 a*10,37 b*-44,61	1,09	-1,04	0,12	0,12
5 г/л	L*39,01 a*9,61 b*-43,93	1,27	-1,11	-0,31	-0,41

Как видно, салициланилид интенсифицирует крашение незначительно, оказывает слабый пластифицирующий эффект на ацетатные ткани. Причем изменение концентрации в выбранном диапазоне мало влияет на цвет.

*Б. Крашение в предварительно обработанном ультразвуком красильном растворе с интенсификатором и без него.*

Условия крашения идентичны описанным выше, но перед погружением ткани рабочий раствор красильной ванны обрабатывался ультразвуком. Концентрация интенсификатора – 2 г/л. Приготовленные красильные растворы обрабатывались ультразвуком

при  $T=60$  °С в течение 10, 20 и 30 минут, затем в них погружались образцы и проводилось крашение. Ванна для образца, окрашиваемого в стандартных условиях, не обрабатывалась ультразвуком.

Малые цветовые различия приведены в табл. 2 (в качестве эталона сравнения выбран образец, окрашенный не обработанным ультразвуком красильным раствором с салициланилидом 2 г/л) и табл. 3 (в качестве эталона сравнения выбран образец, окрашенный в стандартных условиях без использования ультразвука и интенсификатора).

Таблица 2

Время обработки	Координаты цвета	Общие цветовые различия $\Delta E$	Изменения светлоты $\Delta L$	Изменения тона $\Delta H$	Изменения чистоты $\Delta S$
10 минут	L*38,92 a*11,04 b*-45,57	0,49	-0,46	0,07	0,04
20 минут	L*38,94 a*11,06 b*-45,97	0,47	-0,44	0,03	0,20
30 минут	L*38,64 a*9,99 b*-44,75	1,01	-0,74	-0,52	-0,37

Таблица 3

Время обработки	Координаты цвета	Общие цветовые различия $\Delta E$	Изменения светлоты $\Delta L$	Изменения тона $\Delta H$	Изменения чистоты $\Delta S$
10 минут	L*38,73 a*11,29 b*-44,86	0,49	-0,21	-0,42	0,08
20 минут	L*38,67 a*11,56 b*-45,18	0,43	-0,27	-0,29	0,23
30 минут	L*37,76 a*12,59 b*-44,13	1,39	-1,18	0,6	-0,07

Ультразвуковая обработка красильной ванны не дает значимого эффекта для усиления цвета ни с интенсификатором, ни без него. Применение салициланилида с точки зрения интенсификации крашения нецелесообразно, а может рассматриваться только с целью придания ткани бактерицидности.

*В. Применение ультразвука в процессе крашения ацетатной ткани.*

Условия крашения аналогичны описанным выше. Концентрация салициланилида –

2 г/л. В приготовленный красильный раствор погружался образец, крашение осуществлялось в условиях ультразвукового воздействия в течение 50 минут.

Малые цветовые различия приведены в табл. 4. В качестве эталона сравнения выбран образец, окрашенный салициланилидом 2 г/л без ультразвука (вариант 1), и образец, окрашенный салициланилидом 2 г/л в обработанной ультразвуком красильной ванне (вариант 2).

Т а б л и ц а 4

Координаты цвета	Общие цветовые различия $\Delta E$	Изменения светлоты $\Delta L$	Изменения тона $\Delta H$	Изменения чистоты $\Delta C$
Вариант 1 L*32,30 a*13,50 b*-43,90	7,36	-6,73	1,89	-0,12
Вариант 2 L*32,25 a*14,17 b*-44,72	6,02	-5,51	-0,95	0,41

Как видно, крашение в условиях ультразвуковой обработки существенно усиливает интенсивность окраски.

*Крашение полиэфирных тканей*

Полиэфирная ткань обладает наиболее плотной структурой полимера и требует жестких условий крашения. Обычно полиэфир красят при температуре 130...135 °С под давлением или 100 °С в присутствии интенсификаторов.

Принята температура крашения – 100 °С, продолжительность крашения – 60 мин. Крашение стандартного образца проводили при температуре 100 °С и 130 °С. Модуль ванны – 10; концентрация красителя – 1,5 % от массы ткани; концентрация диспергатора ТС – 2 г/л; концентрация салициланилида – 2, 3, 5 г/л.

*А. Крашение в стандартных условиях (без салициланилида) при 100 °С и 130 °С и с использованием салициланилида различных концентраций при 100 °С.*

Малые цветовые различия приведены в табл. 5. В качестве эталона сравнения выбран образец, окрашенный в стандартных условиях при 100 °С.

Как видно, салициланилид интенсифицирует крашение при выбранных значениях концентрации в красильной ванне. При концентрациях 3 и 5 г/л эффект наиболее сильный, но между собой значения светлоты различаются незначительно. Исходя из этого целесообразно использовать для крашения концентрацию 3 г/л. Во всех случаях не была достигнута интенсивность окраски образца, окрашенного при 130 °С.

Т а б л и ц а 5

Концентрация салициланилида	Координаты цвета	Общие цветовые различия $\Delta E$	Изменения светлоты L	Изменения тона $\Delta H$	Изменения чистоты $\Delta C$
2 г/л	L*41,95 a*7,21 b*-42,43	3,03	-2,91	0,4	0,99
3 г/л	L*40,47 a*7,70 b*-41,84	4,42	-4,39	0,83	0,77
5 г/л	L*40,09 a*7,67 b*-42,49	4,82	-4,77	0,73	1,05

*Б. Крашение в предварительно обработанном ультразвуком красильным растворе с интенсификатором и без него.*

Условия крашения аналогичны описанным выше. Концентрация салициланилида – 3 г/л. Приготовленные красильные растворы обрабатывались ультразвуком при T=60 °C в течение 10, 20 и 30 минут, затем в них погружались образцы и проводилось крашение.

Малые цветовые различия приведены в табл. 6 (в качестве эталона сравнения выбран образец, окрашенный при T=100 °C не обработанным ультразвуком красильным раствором с интенсификатором) и в табл. 7 (в качестве эталона сравнения выбран образец, окрашенный при T=100 °C не обработанным ультразвуком красильным раствором без интенсификатора).

Т а б л и ц а 6

Время обработки	Координаты цвета	Общие цветовые различия ΔE	Изменения светлоты ΔL	Изменения тона ΔH	Изменения чистоты ΔC
10 минут	L*42,77 a*6,39 b*-42,72	0,42	-0,34	-0,03	0,22
20 минут	L*42,42 a*6,47 b*-42,98	0,78	-0,69	0,09	0,34
30 минут	L*40,47 a*7,19 b*-43,24	2,73	-2,64	0,67	0,49

Т а б л и ц а 7

Время обработки	Координаты цвета	Общие цветовые различия ΔE	Изменения светлоты ΔL	Изменения тона ΔH	Изменения чистоты ΔC
10 минут	L*43,60 a*6,56 b*-41,60	0,59	0,54	-0,19	0,13
20 минут	L*43,03 a*6,75 b*-40,84	0,18	-0,03	0,04	-0,18
30 минут	L*42,36 a*7,05 b*-41,20	0,73	-0,70	0,21	-0,00

Ультразвуковая обработка красильной ванны без салициланилида не дает ощутимого результата. В присутствии интенсификатора наблюдается усиление цвета при воздействии ультразвука в течение 30 минут.

*Крашение полиамидных тканей*

Полиамидная ткань по плотности структуры занимает промежуточное положение между ацетатной и полиэфирной тканью. Принята температура крашения – 100 °C, продолжительность крашения – 60 мин. Модуль ванны – 10; концентрация красителя – 1,5 % от массы ткани; концентрация диспергатора ТС – 2 г/л; концентрация салициланилида – 2, 3, 5 г/л.

*А. Крашение в стандартных условиях (без салициланилида при прочих одинаковых параметрах) и с использованием салициланилида различных концентраций при 100 °C.*

Малые цветовые различия приведены в табл. 8. В качестве эталона сравнения выбран образец, окрашенный в стандартных условиях.

Как видно, салициланилид интенсифицирует крашение при концентрациях в красильной ванне 2, 3 и 5 г/л. Самый лучший результат наблюдается при концентрации 5 г/л, но он незначительно отличается от образцов, окрашенных при концентрации 3 и 2 г/л.

Т а б л и ц а 8

Концентрация салициланилида	Координаты цвета	Общие цветовые различия, $\Delta E$	Изменения светлоты, $\Delta L$	Изменения тона, $\Delta H$	Изменения чистоты, $\Delta C$
2 г/л	L*41,19 a*10,77 b*-44,76	3,90	-4,02	0,06	0,02
3 г/л	L*40,74 a*10,54 b*-44,23	4,34	-4,47	-0,01	-0,22
5 г/л	L*40,25 a*9,84 b*-43,42	4,87	-4,96	-0,37	-0,6

*Б. Крашение обработанным ультразвуком красильным раствором с интенсификатором и без него.*

Концентрация интенсификатора 2 г/л. Приготовленные красильные растворы обрабатывались ультразвуком при  $T=60^{\circ}\text{C}$  10, 20 и 30 минут, затем в них погружались образцы и проводилось крашение.

Малые цветовые различия приведены в табл. 9 (в качестве эталона сравнения выбран образец, окрашенный в стандартных условиях не обработанным ультразвуком красильным раствором с салициланилидом 2 г/л) и в табл. 10 (в качестве эталона сравнения выбран образец, окрашенный в стандартных условиях не обработанным ультразвуком красильным раствором).

Т а б л и ц а 9

Время обработки	Координаты цвета	Общие цветовые различия, $\Delta E$	Изменения светлоты, $\Delta L$	Изменения тона, $\Delta H$	Изменения чистоты, $\Delta C$
10 минут	L*41,54 a*10,35 b*-44,04	0,33	-0,27	0,15	0,09
20 минут	L*40,13 a*10,17 b*-43,80	1,7	-1,68	0,06	-0,02
30 минут	L*39,39 a*10,86 b*-45,05	2,54	-2,42	0,34	0,54

Т а б л и ц а 10

Время обработки	Координаты цвета	Общие цветовые различия, $\Delta E$	Изменения светлоты, $\Delta L$	Изменения тона, $\Delta H$	Изменения чистоты, $\Delta C$
10 минут	L*44,80 a*10,34 b*-45,08	0,09	-0,06	0,03	0,06
20 минут	L*44,37 a*10,55 b*-45,05	0,51	-0,49	0,18	0,06
30 минут	L*43,66 a*10,69 b*-44,25	1,26	-1,20	0,41	-0,24

Проведенные экспериментальные исследования показывают, что обработка красильной ванны ультразвуком перед крашением полиамидной ткани не дает ожидаемого результата. Качество окраски улучшается в присутствии в красильной ванне интенсификатора при воздействии ультразвука в течение 30 минут.

## В Ы В О Д Ы

Анализируя результаты исследований, можно сделать вывод, что салициланилид практически не влияет на колористические характеристики ацетатной ткани. Следовательно, его не рекомендуется применять как интенсификатор крашения, но возможно

использовать для придания ткани антимикробных свойств. Ультразвуковые обработки в процессе крашения ацетатной ткани увеличивают интенсивность окраски как при использовании салициланилида, так и без него.

Для полиамидной и полиэфирной ткани даже небольшое содержание в красильной ванне салициланилида (2 г/л) вызывает повышение интенсивности окраски. Ультразвуковая обработка красильной ванны в течение 30 минут усиливает этот эффект. Целесообразно использовать ультразвуковую обработку при крашении полиамидной и полиэфирной тканей дисперсными красителями с салициланилидом.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Антонова М.В., Парсанов А.С., Красина И.В. Исследование влияния ультразвуковой обработки на свойства тканей // Костюмология. 2022. Т. 7, № 4. С. 10.

2. Кошелева М.К., Булекова А.А., Евсеева К.В., Паршин А.А. Исследование процесса промывки хлопчатобумажных тканей при разных скоростях фильтрации промывного раствора // Успехи в химии и химической технологии. 2006. Т. XX, № 10(68). С. 67...69.

3. Мунтян В.А. Перспективы использования гидродинамических излучателей для создания акустических и ультразвуковых колебаний в процессах мойки шерсти. Мелитополь: Изд-во Таврийского агротехнолог. ун-та, 2009. С. 103...110.

4. Абиев Р.Ш., Давыдов В.С., Гурихина Ю.В., Барабаш В.М. Интенсификация моющего действия при использовании ультразвука: обзор методов и модель удаления загрязнений // Известия Санкт-Петербургского государственного технологического института (технического университета). 2012. № 17(43). С. 70...76.

5. Сергеев К.В., Жуков В.И. Снижение неровности по линейной плотности и упрочнения льняной пряжи с помощью применения ультразвуковых колебаний в процессе мокрого прядения льна // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. 2012. № 4. С. 61...64.

6. Самолазова Ю.А., Петрова-Куминская С.В., Жукова А.П. Антибактериальные препараты как интенсификаторы крашения гидрофобных волокон дисперсными красителями // Техника и технология пищевых производств: матер. XV Юбилейной междунар. науч.-техн. конф. Могилев, 2023. Т. 1. С. 296...297.

7. Wang L., Zhao H.F., Lin Calami J.X. Studies on the ultrasonic-assisted dyeing of poly (trimethylene terephthalate) fabric // Coloration Technology. 2010. 126. № 4. pp. 243...248.

8. Сафонов В.В. Интенсификация химико-текстильных процессов отделочного производства. М., 2006. 405 с.

9. Кульнев А.О., Жерносек С.В., Ясинская Н.Н. и др. Крашение текстильных материалов из полиэфирных волокон с использованием ультразвукового воздействия // Вестник Витебского государственного технологического университета. 2017. №1 (32). С. 155...163.

10. Самолазова Ю.А., Петрова-Куминская С.В. Использование интенсификаторов-биоцидов при крашении текстильных материалов дисперсными красителями // Вестник Витебского государственного технологического университета. 2023. № 3 (46). С. 92...101.

11. Петрова-Куминская С.В., Миронова А.В., Гаранина О.А. Придание антибактериальных свойств текстильным материалам, содержащим полиэфирные волокна, на стадии крашения // Вестник Витебского государственного технологического университета. 2018. № 1 (34). С. 96...102.

12. Сизенцов А.Н., Мисетов И.А., Каримов И.Ф. Антибиотики и химиотерапевтические препараты: учебник. Оренбург: ОГУ, 2012. 489 с.

#### REFERENCES

1. Antonova M.V., Parsanov A.S., Krasina I.V. Impact study ultrasonic treatment on tissue properties // Journal of Clothing Science. 2022. Vol. 7. № 4. P.10.

2. Kosheleva M.K., Bulekova A.A., Evseeva K.V., Parshin A.A. Investigation of the washing process of cotton fabrics at different filtration rates of the washing solution // Advances in chemistry and chemical technology. 2006. Vol. XX. No. 10(68). Pp. 67...69.

3. Muntyan V.A. Prospects of using hydrodynamic radiators to create acoustic and ultrasonic vibrations in wool washing processes. Melitopol: Publishing House of Tavria Agrotechnological University. 2009. Pp. 103...110.

4. Abiev R.Sh., Davydov V.S., Gurikhina Yu.V., Barabash V.M. Intensification of the washing effect when using ultrasound: an overview of methods and a model for removing impurities. Processes and devices // Proceedings of the St. Petersburg State Institute of Technology: Publishing House of SPbGTI (TU). 2012. № 17(43). P. 70...76.

5. Sergeev K.V., Zhukov V.I. Decrease of irregularity along linear density and strengthening of linen yarn with the help of using ultrasound vibrations in the process of raw flax spinning // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. 2012, 4. P. 61 ... 64.

6. Samolazova Yu.A., Petrova-Kuminskaya S.V., Zhukova A.P. Antibacterial drugs as intensifiers of dyeing hydrophobic fibers with dispersed dyes // Technica and technology of food production: materials of the XV Anniversary International Scientific and Technical Conference. Mogilev, 2023. Vol. 1. Pp. 296...297.



7. Wang L., Zhao H.F., Lin Calami J.X. Studies on the ultrasonic-assisted dyeing of poly (trimethylene terephthalate) fabric // *Coloration Technology*. 2010. 126. № 4. Pp. 243...248.

8. Safonov V.V. Intensification of chemical and textile processes of finishing production. Moscow, 2006. 405 p.

9. Kulnev A.O., Zhernosek S.V., Yasinskaya N.N. etc. Dyeing process of textile polyester fibers with ultrasonic influence // *Bulletin of the Vitebsk State Technological University*. 2017. No.1 (32). Pp. 155...163.

10. Samolazova Yu.A., Petrova-Kuminskaya S.V. The use of intensifiers-biocides when dyeing textile materials with disperse dyes // *Bulletin of Vitebsk State Technological University*. 2023. No.3 (46). Pp. 92...101.

11. Petrova-Kuminskaya S.V., Mironova A.V., Garanina O.A. Giving antibacterial properties to textile materials containing polyester fibers at the dyeing stage // *Bulletin of the Vitebsk State Technological University*. 2018. No. 1 (34). Pp. 96...102.

12. Sizentsov A.N., Misetov I.A., Karimov I.F. Antibiotics and chemotherapeutic drugs: textbook. Orenburg: OSU, 2012. 489 p.

Рекомендована кафедрой экологии и химических технологий ВГТУ. Поступила 10.07.24.

---