

## ПРАКТИКА ПОЛУЧЕНИЯ ГЛАДКОКРАШЕННЫХ ХЛОПКОЛЬНЯНЫХ ТКАНЕЙ С ПРИРОДНО-ОКРАШЕННЫМ КОТОНИНОМ

### THE PRACTICE OF OBTAINING DYED COTTON-LINEN FABRICS WITH NATURALLY COLORED COTONINE

А.В. ЧЕШКОВА, Н.А. ТОПОРИЩЕВА, Т.С. КОТКОВА, О.А. ФРОЛОВА, А.А. КАБЕШОВ

A.V. CHESHKOVA, N.A. TOPORISHCHEVA, T.S. KOTKOVA, O.A. FROLOVA, A.A. KABESHOV

(Ивановский государственный химико-технологический университет)

(Ivanovo State University of Chemical Technology)

E-mail: ctfm@isuct.ru, a\_cheshkova@mail.ru

*Проведена оценка возможности совмещения биоотварки и крашения котонинсодержащих хлопкольняных тканей в технологическом режиме получения гладкокрашеных материалов. По цветовым характеристикам готовых окрашенных тканей установлена оптимальная продолжительность ферментативного воздействия перед крашением активными красителями. Проведено спектральное исследование, направленное на выявление компонента хлопкольняных тканей, обладающего максимальной сорбционной и реакционной способностью по отношению к активному красителю. Получены дифференциальные спектры функции Кубелки-Мунка ( $\Delta K/S$ ), подтверждающие, что крахмал, входящий в состав илихты, имеет максимальные значения функции Кубелки-Мунка ( $\Delta K/S$ ) при 550 нм. Ярко выраженный максимум со смещением в длинноволновую часть спектра (600 нм) имеет зависимость, полученная для микрокристаллической целлюлозы. Представлены результаты производственных испытаний совмещенной технологии биоотварки и крашения с использованием эжекторной красильной машины, проведенных в условиях хлопчатобумажного отделочного производства (г. Иваново). Установлено, что замена традиционного режима подготовки на биоотварку в технологиях крашения активными красителями позволит снизить расход на 1000 м ткани: пара на 37%, электроэнергии на 39%, холодной воды на 42%, горячей воды более чем в 3 раза. Предполагаемый экономический эффект от внедрения составит 47%.*

*The assessment of the possibility of combining bioscouring and dyeing of cottonine-containing cotton-linen fabrics in the technological mode of obtaining smooth-colored materials was carried out. The duration of the enzymatic action before dyeing with active dyes is optimized according to the color characteristics of the finished dyed fabrics. A spectral study out aimed at identifying the tissue component with the maximum sorption and reactivity with respect to the active dye was carried. Differential spectra of the Kubelka-Munch function ( $\Delta K/S$ ) were obtained, confirming that the starch included in the dressing has the maximum values of the Kubelka-Munch function ( $\Delta K/S$ ) at 550 nm. A pronounced maximum (600 nm) has a dependence obtained for microcrystalline cellulose. The results of production tests of the combined technology of bioscouring and dyeing using an ejector dyeing machine, carried out in the conditions of cotton finishing production (Ivanovo), are presented. It was found that replacing the traditional preparation mode with bioscouring will reduce the consumption per 1000 m of fabric:*

*steam by 37%, electricity by 39%, cold water by 42%, hot water by more than 3 times. The estimated economic effect of the implementation will be 47%.*

**Ключевые слова:** лен, хлопкольняная ткань, биоотварка, ферменты, крашение на эжекторной машине, цветовые характеристики, спектральные исследования.

**Keywords:** cotton and linen fabric, cotton fabric, bioscouring, enzymes, dyeing an ejector machine, color characteristics, spectral studies.

В связи с обострением проблем, связанных с недостатком отечественного длинноволокнистого льна, многостадийностью, трудоемкостью и длительностью технологий облагораживания волокна и тканей на его основе, переход на производство льняного котонина и котонинсодержащих тканей особо актуален. Расширяют объемы выпуска льняного котонина предприятия Смоленской, Ивановской, Пензенской областей, ориентированные на первичную переработку сырья. Котонин вырабатывается как из отходов от получения длинноволокнистого льна, так и на основе однотипного льняного волокна. Выросло число предприятий, выпускающих смесовые хлопкольняные пряжи, а также ткани бытового назначения с вложением котонина. Это сорочечные ткани, материалы для форменной и спортивной одежды и ткани костюмной группы, а также ткани бельевого назначения. Котонин придает суровым тканям особую природную окраску благодаря полифенолам лигнина, входящего в структуру лигноуглеводного комплекса луба. С одной стороны, природно-окрашенный котонин создает особое качество волокнистого сырья, с другой – ограничивает возможность применения стандартных технологий отделки тканей.

Авторами работ [1, 2] доказано, что содержание котонина в смесовых хлопкольняных пряжах на уровне 10-25 % не влияет в существенной степени на процессы беления, проводимые по традиционным двухстадийным технологиям. Однако вложение котонина более 25-30 % приводит к получению природно-окрашенных тканей, которые отбеливать трудно и нецелесообразно в связи с существенной потерей мас-

сы – более 30 %. Серьезной проблемой для производства котонинсодержащих тканей является невозможность использования одностадийных технологий беления, пригодных для хлопчатобумажных тканей, а также щелочной отварки [3]. Это связано с тем, что котонин в процессе подготовки будет расщепляться до моноволокон, что приведет к существенной потере прочности ткани и устойчивости ее к истиранию. Поэтому для отделки таких тканей требуется особая организация процессов подготовки и крашения.

Целью работы явилась рационализация технологии получения гладкокрашенных котонинсодержащих хлопкольняных тканей с сохранением природной окраски за счет исключения стадии щелочно-пероксидного беления и включения биоотварки в технологию крашения. Поставлена задача обеспечения материалам в условиях обработки на эжекторном оборудовании интенсивного цвета за счет крашения активными красителями при условии сохранения природного цвета льняной составляющей.

Биоотварка с применением ферментов может стать альтернативной подготовкой, обеспечивающей расшлихтовку, частичную делигнификацию и удаление гидрофобных примесей из котонина льна и хлопкового волокна [4, 5]. Научно-исследовательскими работами показано, что использование биоотварки для хлопчатобумажных тканей позволяет либо заменить, либо дополнить стадию щелочной отварки [6-10]. Известны также работы, посвященные ферментативной модификации джута [11], льняного волокна и льняных тканей [12-15]. В качестве ферментов авторами рекомен-

дуются полигалактоураназы, пектатлиазы, ксиланазы целлюлазы и мультиэнзимные комплексы.

#### Материалы и методы

В настоящей работе для испытаний использованы котонинсодержащие хлопкольняные суровые ткани костюмного назначения промышленного производства на основе пряжи (ООО «Корд», г. Ярославль) с различным вложением котонина льна. Все ткани имеют характерную природную желто-серую окраску, придаваемую лигнином. Биоотварку проводили с использованием ферментных препаратов ООО «Биопрепарат» (Россия), обладающих амилалитической 2500 ед/г, полигалактоураназной активностью 36 ед/г, при их соотношении 1:10, общей концентрации в растворе 3 г/л и температуре 50 °С. Крашение осуществляли по технологии, принятой на отделочном предприятии, с применением высокореакционных активных красителей Бецактив при температуре крашения 60 °С в течение 60 минут [5]. Оценка технических свойств ферментативно обработанных и окрашенных тканей проводилась с применением методов ГОСТ [17], для характеристики цвета применялись спектральные методы анализа [18].

#### Результаты и обсуждение

Предварительный лабораторный эксперимент проводили на маломемкой эжектор-

ной машине Yildiz (Турция) в условиях производства. Зависимость основных характеристик материалов от условий отварки показана в табл. 1 и 2. Установлено, что в процессе ферментативной обработки в течение 60 минут белизна (светлота) тканей увеличивается на 8-9 ед, капиллярность – на 40-70 мм при допустимом снижении прочности ткани. Увеличение капиллярности тканей зависит как от длительности процесса, так и от содержания котонина в тканях (табл. 1). Причем чем выше его содержание, тем более значительней эффект. Длительность процесса более 120 минут негативно сказывается на прочности тканей, потеря в массе превышает 8%, вязкость медно-аммиачных растворов целлюлозы снижается до значений 1-1,22 (табл. 2). Это связано с нарушением комплексности структуры льноволокна, повреждением целлюлозы в условиях высокотурбулентного воздействия в эжекторной машине.

Таблица 1

Содержание котонина, %	Капиллярность, %, при длительности биоотварки, мин			
	15	30	45	60
0 (хлопчатобумажная бязь)	0	5	12	30
20	15	20	25	55
40	20	25	40	60
50	22	35	57	65
85	30	45	85	105

Таблица 2

Время, мин	Белизна, %	Разрывная нагрузка, Н	Истирание, циклы	Удельная вязкость, ед*	Потеря веса, %	Смачиваемость, с
-	32,1	830	10042	2,15	-	нет
30	43,9	680	9754	1,95	2,9	6
60	44,2	609	8789	1,92	3,4	4
90	45,1	599	8130	1,85	5,0	3
120	46,1	585	8037	1,22	6,5	≤1
180	47,7	535	8006	Менее 1	8,8	≤1

\* Удельная вязкость медно-аммиачных растворов целлюлозы ( $\eta_{уд}$ ).

Проведено спектральное исследование, направленное на выявление компонента смесовых хлопкольняных тканей, обладающего максимальной сорбционной и реакционной способностью по отношению к активному красителю (рис. 1). Окрашивание активным красителем модельных суб-

стратов компонентов волокон проводили по режиму, аналогичному для крашения тканей (периодический способ с промывкой). В качестве окрашиваемых субстратов выбран крахмал, являющийся компонентом шлихты тканей, агар-агар (природный полисахарид, агаропектин), гуаровая камедь

(природный полисахарид гуаран) и микрокристаллическая целлюлоза. Для фильтрации окрашенного субстрата применяли воронку со стеклянной пластинкой с размером пор 16 мкм и обезжиренный фильтр.

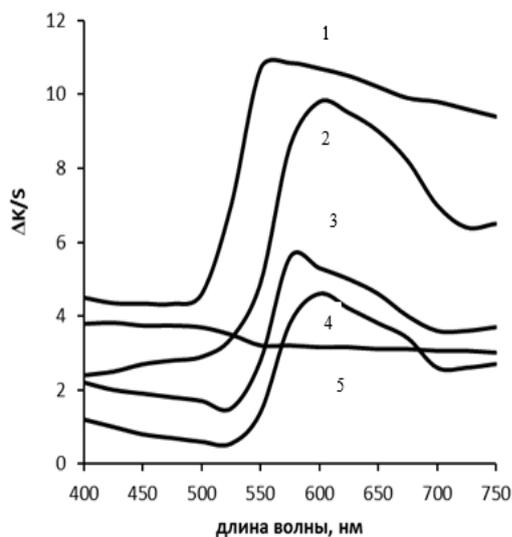


Рис. 1

Контроль интенсивности окраски проводили по функции Кубелки-Мунка ( $K/S$ ). Из представленных дифференциальных спектров ( $K/S - K/S_0$ , где  $K/S_0$  – спектральные значения для неокрашенного субстрата) наглядно видно, что окрашенный крахмал имеет максимальные значения функции Кубелки-Мунка ( $\Delta K/S$ ) при  $\lambda = 550$  нм. Ярко выраженный максимум со смещением в длинноволновую часть спектра (600 нм) имеет зависимость, полученная для окрашенной микрокристаллической целлюлозы. Для модельных соединений пектинов и гемицеллюлоз характеристический максимум проявляется с меньшей интенсивностью, что, однако, характеризует способность взаимодействия этих полисахаридов с активным красителем. Эти результаты доказывают необходимость полного удаления крахмальной шликты с текстильного материала и инертность лигнина по отношению к активному красителю. Следовательно, в структуре текстильного материала лигнин, химически связанный через пектины и гемицеллюлозы с целлюлозой котонина льна, будет давать суммарный эффект к

цвету окрашенных активными красителями полисахаридов.

Нами проведены производственные испытания совмещенной технологии биоотварки и крашения активными красителями в условиях ОСП «Самойловский текстиль» ООО «Нордтекс» (г. Иваново). Производственные испытания проводили на эжекторной красильной машине MCS (Bergamo, Италия). Согласно разработанному технологическому режиму биоотварка суровых хлопчатобумажных, льняных и котонинсодержащих тканей проводилась при начальной температуре процесса 20 °С с постепенным ее повышением до 50 °С в течение 30 минут и далее в течение 30 минут при статичной температуре в режиме работы эжектора с высокой турбулентностью раствора. После биоотварки и слива раствора проводили промывку с использованием неионогенных ПАВ (0,5 г/л) при максимальной температуре 90 °С в течение 15 минут. Далее следовало крашение активными красителями по действующей технологии предприятия методом выбора. После выгрузки окрашенной ткани, расправления жгута, ширения и сушки осуществляли отбор образцов и измерение цветовых характеристик по стандартным методикам [18]. В качестве сравнения использовали гладкокрашенные хлопчатобумажные ткани без котонина, подготовленные по действующей технологии щелочно-пероксидного беления на линии ЛОБ-220 (табл. 3). При крашении применяли триаду красителей для создания цвета «графит»: Бедактив желтый S – 0,95 кг, Бедактив красный S – 0,71 кг, Бедактив синий S – 1,34 кг (в сумме 1,5 % от массы ткани).

Из представленных в таблице данных видно, что максимальные плюсовые значения цветового различия в сравнении с отбеленной хлопчатобумажной тканью (стандарт) получены для котонинсодержащих тканей. Оттенок цвета ткани существенно краснее (показатель +a) относительно стандарта при содержании котонина на уровне 25-60%. Ткани с высоким содержанием котонина (85%) отличаются более желтым оттенком.

Таблица 3

Образец	L	a +краснее/ -зеленее	b +желтее/ -синее	ΔE*
Льняная отбеленная костюмная ткань	30,78	1,98	-3,20	2,09
Биоотварка				
Бязь, хлопок	33,42	1,79	-4,24	5,49
Бязь, 25% котонина	30,05	2,55	-3,09	5,93
Полотенечная, 40 % котонина	25,21	2,77	-2,39	5,34
Декоративная, 50 % котонина	24,44	2,40	-2,13	6,37
Костюмная, 60 % котонина	25,51	2,71	-2,02	5,04
Костюмная, 85 % котонина	27,72	2,08	-1,57	2,80

\*Стандарт, образец сравнения – окрашенная, предварительно отбеленная по одностадийной технологии щелочно-пероксидного беления хлопчатобумажная ткань.

Таблица 4

Содержание котонина, %	Ширина, см	DE	DL	Da	Db
85	145	6,0	-6,78	-11,27	-5,67
60	155	5,2	-6,37	-9,30	-5,21
50	260	5,8	-5,8	-9,60	-4,7
40	160	3,7	-4,9	-7,05	-3,8

Примечание: DE – чистота цвета; DL – светлота; Da, Db – координаты, характеризующие цветность образца.

В табл. 4 суммированы результаты производственных испытаний крашения в цвет «терракот» с использованием триады красителей: Бецактив желтый S – 0,90 кг, Бецактив красный S – 1,95кг, Бецактив синий S – 0,15 кг (в сумме 1,5% от массы ткани). В данном случае для сравнения выбрана чистольняная ткань, выработанная на основе ровницы из длиноволокнистого льна окислительной варки и прошедшая полный цикл многостадийного беления на линии. Максимальная разница в показателях ΔE, Da, Db по сравнению с окрашенной чистольняной тканью (с подготовкой по действующему режиму отделочного производства) отмечена для костюмной льняной ткани (85 % котонина). При этом оттенок котонинсодержащей гладкокрашеной ткани значительно темнее образца сравнения.

Все гладкокрашенные ткани имеют показатели устойчивости окраски к физико-механическим воздействиям в соответствии с требованиями ГОСТ 9733.27-83 (СТ СЭВ 5444-85) [17]: к сухому трению – 5/5, к мокрому трению – 4/4, к стирке (мылу, 60°C) – 4/4, к поту – 4/5. Полученные практические результаты подтверждают возможность качественного крашения котонинсодержащих тканей при полном ис-

ключении стадии щелочно-пероксидного беления. Установлено, что замена режима традиционной подготовки на биоотварку позволит снизить расход на 1000 м ткани: пара на 37 %, электроэнергии на 39 %, холодной воды на 42 %, горячей воды более чем в 3 раза. Расчетный экономический эффект (Э) от исключения стадии щелочно-пероксидного беления при производстве гладкокрашенных котонинсодержащих хлопкольняных тканей и включения биоотварки в технологический режим крашения составит:

$Z_1$  (затраты на режим биоотварки) – 17561 руб. на 1000 погонных метров тканей;

$Z_2$  (затраты на режим беления) – 33065 руб. на 1000 погонных метров тканей;

$$\begin{aligned} \mathcal{E}_1 &= 33065 - 17561 = \\ &= 15504 \text{ руб./1000 пог. м тканей.} \end{aligned}$$

Экономия составляет 47% без учета затрат на транспортировку тканей от линии беления к эжектору для крашения.

Новые технологические режимы рекомендованы к внедрению на отделочных предприятиях России, оснащенных оборудованием для подготовки и крашения методом выбирания (ООО «Ивановский ме-

ланжевый комбинат», ОСП «Самойловский текстиль» и ОАО «Родники-текстиль» ООО «Нордтекс», ОП «Традиции текстиля» (г. Иваново), ОАО «Тейковский текстиль» (г. Тейково) и др.).

## ВЫВОДЫ

1. Показано, что следствием целенаправленной модификации хлопковой и льняной целлюлозы тканей с высоким содержанием котонина (85%) в процессе ферментативной обработки в течение 60 минут является повышение белизны на 8-9 ед (37%), капиллярных свойств на 70 мм (до 105 мм/ч). Сравнение колористических показателей окрасок тканей, прошедших ферментативную обработку и крашение активными красителями, со стандартом (беление и крашение) выявило, что цветовое различие (ΔE) превосходит 2, а дополнительный цвет обеспечивается сохранением лигнина льна.

2. Представлены результаты производственных испытаний технологии биоотварки и крашения, проведенных в условиях текстильного отделочного производства. Установлена возможность качественного крашения активными красителями хлопкольняных тканей с различным содержанием котонина (25-85%) и получения экономии 47% за счет исключения стадии беления.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Чешкова А.В., Кузьмин А.В., Шибашова С.Ю. Безгипохлоритная технология беления льно-содержащих текстильных материалов // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. 2002. № 4-5. С. 75...78.
2. Чешкова А.В., Кузьмин А.П., Пискарева И.Л. Эко-технологии беления льно-содержащих текстильных материалов // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. 2004. № 1. С. 52...56.
3. Топорищева Н.А., Мухина Е.Н., Чешкова А.В. Актуальный дизайн и цветовые характеристики тканей на основе природноокрашенного котонина льна // Дизайн и искусство – стратегия проектной культуры XXI века: сб. мат. Всерос. науч.-практ. конф. РГУ имени А.Н. Косыгина. М., 2019. Ч. 4. С. 29...32.
4. Топорищева Н.А., Мухина Е.Н., Чешкова А.В. Биохимическая технология подготовки для получения актуальных гладкокрашенных котонинсодержа-

щих тканей // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. 2020. № 5. (389). С. 62...68.

5. Алеева С.В. Комплексный подход к ферментативному разрушению полимерных примесей при облагораживании льняных тканей // Текстильная химия. 2005. №1. С. 28...34.

6. Bristi U. Sustainable process by bio-scouring for cotton knitted fabric suitable for next generation // Journal Textile Eng Fashion Technol. 2019. Vol. 5. Iss 1. P. 41...48.

7. Rajendran R. Bioscouring of cotton fabrics using pectinase enzyme its optimization and comparison with conventional scouring process // Pak J Biol Sci. 2011. Vol. 14. (9). P. 519...525.

8. Yachmenev V.G. Effect of Sonication on cotton Preparation with Alkaline Pectinase // Textile Res. J. 2001. Vol. 71(6). P. 527...533.

9. Špička N. New combined bio-scouring and bio-bleaching process of cotton fabrics // Materials and Technologies. 2013. Vol. 47(4). P. 409...412.

10. Mojsov K. Enzyme Scouring of Cotton Fabrics // Engineering International Journals of Marketing and Technology. 2012. Vol. 2. Iss 9. P. 256...275.

11. El-Zawahry M.M. Enzymatic Treatment and Its Influence on Finishing and Dyeing Properties of Jute Fabrics // Research Journal of Textile and Apparel. 2009. Vol. 13. Iss 4. P. 34...44.

12. Lipp-Symonowicz B. Influence of enzymatic treatment on the flax fibre // Fibres and Text. East. Eur. 2004. 12. № 1. P. 61...65.

13. Алеева С.В., Лепилова О.В., Кокушаров С.А. и др. Ферментативная умягчающая обработка льняных изделий: воздействие целлюлаз в структуре набухшего волокна // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. 2022. № 5. С. 126...134.

14. Bhattacharya S.D. Enzymatic Treatments of Flax Fabric // Textile Research Journal. 2004. № 74. С. 622...628.

15. Abdel-Halim E.S. Bioscouring of linen fabric in comparison with conventional chemical treatment- Carbohydrate Polymers. 2008. Vol. 74(3). P. 707...711.

16. Ясинская Н.Н. Применение ферментных препаратов пектинолитического действия для подготовки льняных тканей к колорированию // Вестник Витебского государственного технологического университета. 2018. №2 (35). С. 104...111.

17. Фридлянд Г.И. Отделка льняных тканей. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982. 430 с.

18. Журавлева Н.В., Коновалова М.В., Куликова М.А. Колорирование текстильных материалов. М.: МГТУ им. А. Н. Косыгина, 2007. 368 с.

## REFERENCES

1. Cheshkova A.V., Kuzmin A.V., Shibashova S.Yu. Hypochlorite-free bleaching of flax-containing textile materials // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Teknologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. 2002. No. 4-5. P. 75...78.

2. *Cheshkova A.V., Kuzmin A.P., Piskareva I.L.* Ecotechnologies of bleaching of linen materials // *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti*. 2004. No. 1. P. 55...58.
3. *Toporishcheva N.A., Mukhina E.N., Cheshkova A.V.* Actual design and color characteristics of fabrics based on naturally colored cotton flax // *Design and art – the strategy of project culture of the XXI century: sat. mat. Vseros. nauch.-practical conf. of the Kosygin Russian State University. M., 2019. Part 4. P. 29...32.*
4. *Toporishcheva N.A., Mukhina E.N., Cheshkova A.V.* Improvement of biochemical technologies of pre-treatment for obtaining of impotanted of colored flex-containing cloth // *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti*. 2020. № 5. (389). P. 62...68.
5. *Aleeva S. V.* An integrated approach to the enzymatic destruction of polymer impurities in the ennobling of linen fabrics // *Textile chemistry*. 2005. No. 1. P. 28...34.
6. *Bristi U.* Sustainable process by bio- scouring for cotton knitted fabric suitable for next generation // *Journal Textile Eng Fashion Technol*. 2019. Vol. 5. Iss 1. P. 41...48.
7. *Rajendran R.* Bioscouring of cotton fabrics using pectinase enzyme its optimization and comparison with conventional scouring process // *Pak J Biol Sci*. 2011. Vol. 14. (9). P. 519...525.
8. *Yachmenev V.G.* Effect of Sonication on cotton Preparation with Alkaline Pectinase // *Textile Res. J*. 2001. Vol. 71(6). P. 527...533.
9. *Špička N.* New combined bio-scouring and bio-bleaching process of cotton fabrics // *Materials and Technologies*. 2013. Vol. 47(4). P. 409...412.
10. *Mojsov K.* Enzyme Scouring of Cotton Fabrics // *Engineering International Journals of Marketing and Technology*. 2012. Vol. 2. Iss 9. P. 256...275.
11. *El-Zawahry M.M.* Enzymatic Treatment and Its Influence on Finishing and Dyeing Properties of Jute Fabrics // *Research Journal of Textile and Apparel*. 2009. Vol. 13. Iss 4. P. 34...44.
12. *Lipp-Symonowicz B.* Influence of enzymatic treatment on the flax // *Fibres and Text. East. Eur*. 2004. 12. № 1. P. 61...65.
13. *Aleeva S.V., Lepilova O.V., Koksharov S.A.* etc. Enzymative softening treatment of linen products: the impact of cellulases in the swollen fiber structure // *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti*. 2022. No. 5. P. 126...134.
14. *Bhattacharya S.D.* Enzymatic Treatments of Flax Fabric // *Textile Research Journal*. 2004. № 74. C. 622...628.
15. *Abdel-Halim E.S.* Bioscouring of linen fabric in comparison with conventional chemical treatment // *Carbohydrate Polymers*. 2008. Vol. 74(3). P. 707...711.
16. *Yasinskaya N.N.* The use of enzyme preparations of pectinolytic action for the preparation of linen fabrics for coloring // *Bulletin of the Vitebsk State Technological University*. 2018. №2 (35). P. 104...111.
17. *Fridlyand G.I.* Finishing of linen fabrics. M.: Light and food industry, 1982. 430 s.
18. *Zhuravleva N.V., Konovalova M.V., Kulkova M.A.* Coloring of textile. Moscow: Kosygin Moscow State Technical University, 2007. 368 p.

Рекомендована кафедрой химической технологии волокнистых материалов ИГХТУ. Поступила 22.09.23.