

УДК 677.042.21

DOI 10.47367/0021-3497_2024_1_109

**ВЛИЯНИЕ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ
НА КАЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ
ИЗ ЦЕЛЛЮЛОЗНЫХ ВОЛОКОН ПОСЛЕ БИООТВАРКИ***

**EFFECT OF SURFACTANTS ON CELLULOSE FIBER TEXTILE MATERIALS
QUALITY PARAMETERS AFTER BIOSCOURING**

К.А. ЛЕНЬКО¹, Н.Н. ЯСИНСКАЯ¹, А.С. РАФИКОВ²

K.A. LENKO¹, N.N. YASINSKAYA¹, A.S. RAFIKOV²

(¹Витебский государственный технологический университет, Республика Беларусь)

(²Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности, Республика Узбекистан)

(¹Vitebsk State Technological University, Belarus)

(²Tashkent Institute of Textile and Light Industry, Uzbekistan)

E-mail: kotya240497@mail.ru, yasinskaynn@rambler.ru

В статье установлены зависимости свойств хлопчатобумажной ткани от природы и концентрации поверхностно-активных веществ в совмещенной технологии раслихтовки и отварки целлюлозосодержащих текстильных материалов с использованием композиции новых ферментных препаратов белорусского производства на основе целлюлазы, пектиназы и амилазы (ООО «Фермент»). Влияние действия поверхностно-активных веществ на активность композиции ферментных препаратов и качество подготовки оценивали по капиллярности, потере массы хлопчатобумажной ткани после обработки, разрывной нагрузке и разрывному удлинению, а также по степени удаления крахмальной илихты йодокрахмальным методом. В результате экспериментальных исследований влияния поверхностно-активных веществ различной природы и концентрации на качественные показатели текстильных материалов из целлюлозных волокон после биоотварки с композицией ферментных препаратов на основе целлюлазы, пектиназы и амилазы установлено, что природа смачивателей не оказывает значительного влияния на потерю прочности текстильного материала, а с увеличением концентрации реагента происходит повышение потери массы. Обработка анионоактивным поверхностно-активным веществом придает материалу наибольшую сорбционную способность. Установлено, что при концен-

*Работа выполнена при финансовой поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований в рамках выполнения задания проекта № T22УЗБ-062.

Статья подготовлена по материалам доклада Международной научно-технической конференции «Инновации в текстиле, одежде, обуви (ICTAI-2023)», которая состоялась 9-10 ноября 2023 года в учреждении образования «Витебский государственный технологический университет» (Республика Беларусь).

трации анионактивного поверхностно-активного вещества 1 г/л достигаются наилучшие показатели качества подготовки текстильного материала к крашению.

The paper establishes the dependence of cotton fabric properties on the nature and concentration of surfactants in the combined technology of desizing and scouring of cellulose-containing textile materials using a composition of new enzyme preparations of Belarusian production on the basis of cellulase, pectinase and amylase (LLC "Ferment"). The effect of surfactants on the activity of the composition of enzyme preparations and the quality of preparation was evaluated by capillarity, weight loss of cotton fabric after treatment, breaking load and breaking elongation, as well as by the degree of removal of starch slurry by iodo-starch method. As a result of experimental studies of the influence of surfactants of different nature and concentration on qualitative parameters of textile materials from cellulose wo-fibers after bioscouring with the composition of enzyme preparations on the basis of cellulase, pectinase and amylase it was found that the nature of wetting agents does not have a significant effect on the loss of textile material strength, and with increasing concentration of the reagent there is an increase in weight loss. Treatment with anionic surfactant gives the material the highest sorption capacity. It is established that at the concentration of anionactive surfactant 1 g/l the best quality indicators of textile material preparation for dyeing are achieved.

Ключевые слова: поверхностно-активные вещества, смачивание, расшлихтовка, биоотварка, фермент, капиллярность, разрывная нагрузка, хлопчатобумажные ткани.

Keywords: surfactants, wetting, desizing, bioscouring, enzyme, capillarity, breaking load, cotton fabrics.

Введение

Известно, что эффективность жидкостных процессов отделки текстильных материалов зависит от первой ее стадии – смачивания, которое сопровождается водопоглощением и определяется скоростью транспорта жидкости в материале. Без равномерного и достаточно быстрого смачивания текстильного материала невозможно качественно провести жидкостные операции отделочного производства [1]. Для придания смачиваемости необходимо удалить гидрофобные загрязнения различной природы, что достигается в результате отварки. Большая часть загрязнений переводится в варочную жидкость путем их растворения в щелочных растворах при высокой температуре. Особенно трудноудаляемыми загрязнениями, обуславливающими плохую смачиваемость и капиллярность

текстильных материалов, являются воскообразные вещества. Они нерастворимы в воде, переводятся в варочную жидкость за счет эмульгирования или диспергирования с помощью поверхностно-активных веществ (ПАВ) [1].

В процессе отваривания воски плавятся, растекаются на поверхности волокна, ПАВ переводят их в каплеобразное состояние, образуя на границе раздела «жировое загрязнение – варочная жидкость» сольватную оболочку, которая сольбилизирует частицу загрязнения и переводит ее в варочную жидкость в виде эмульсии. При этом снижается поверхностное натяжение на границе раздела «загрязнение – ткань».

Известно, что природа ПАВ оказывает влияние на качество отваренных тканей [2, 3]. Капиллярность ткани, отваренной с неионогенными ПАВ, выше, чем с ионогенными. Такое влияние объясняется тем, что

неионогенные ПАВ лучше удаляют воскоподобные гидрофобные вещества, а ионогенные – полярные непредельные соединения. Кроме того, неионогенные ПАВ часто остаются на волокнах, так как они при адсорбции частично диффундируют внутрь волокон и трудно смываются. В результате ориентированной адсорбции эти ПАВ гидрофилизуют поверхность, но могут выделяться из изделий на последующих стадиях обработки или при эксплуатации, чем провоцируют глобализацию загрязнения окружающей среды. В связи с высокой стоимостью и трудностью очистки сточных вод требуется использование рациональных концентраций ПАВ для достижения высокой эффективности процесса отварки [2].

В последние десятилетия в технологиях подготовки целлюлозосодержащих тканей к крашению широкое распространение получает замена щелочной отварки на биоотварку с ферментными препаратами, использование которых позволяет выигрывать конкуренцию с традиционными химическими и физико-химическими способами облагораживания суровых текстильных материалов [2...6]. Одним из факторов, который оказывает влияние на эффективное использование ферментов при отварке хлопчатобумажных и льняных тканей, является природа ПАВ [2].

Целью работы является установление зависимости свойств хлопчатобумажной ткани от природы и концентрации поверхностно-активных веществ в совмещенной технологии расшлихтовки и отварки с использованием новой композиции ферментных препаратов белорусского производства ООО «Фермент» на основе целлюлазы, пектиназы и амилазы; рекомендации рациональной концентрации и природы поверхностно-активного вещества с целью достижения наилучших показателей качества подготовки текстильного материала к крашению.

Объекты и методы исследования

Проведена биоотварка, совмещенная с расшлихтовкой хлопчатобумажной суровой ткани полотняного переплетения арт. 854 (ОАО «Барановичское производственное хлопчатобумажное объединение») по

верхностной плотностью 139 г/м², по схеме, представленной на рис. 1.

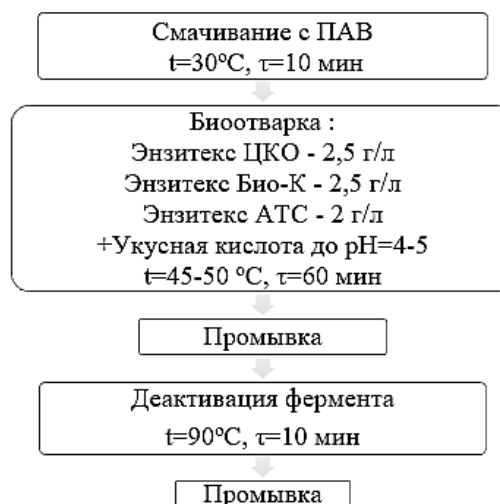


Рис. 1

В большинстве случаев на отделочных производствах ПАВы добавляют непосредственно в рабочий варочный раствор. В данном исследовании принято решение провести предпромывку с использованием смачивателей для достижения наилучших показателей капиллярности.

Согласно исследованиям, представленным в источнике [2], предварительная тепловая жидкостная обработка ткани с ПАВ позволяет повысить капиллярность ткани. Согласно рекомендациям [2, 7] для обработки выбраны анионактивный ПАВ RG-NR520 (поставщик ООО «Фермент») и неионогенный ПАВ LAVOTAN DSU 100 (СНТ R. Beitlich GmbH) в диапазоне концентраций 0,1...3 г/л [8...10]. Данные ПАВы используются в технологиях традиционной подготовки льняных и хлопчатобумажных тканей на текстильных предприятиях Республики Беларусь.

Характеристики используемых смачивающих и ферментных препаратов представлены в табл. 1.

Влияние действия ПАВ на активность композиции ферментных препаратов на основе целлюлазы, пектиназы и амилазы и качество подготовки оценивали по капиллярности (ГОСТ 29104.11-91 «Ткани технические. Метод определения капиллярности»),

потере массы хлопчатобумажной ткани после обработки (ИСО 12947-3:98 «Текстиль. Определение прочности на истирание тканей методом Мартиндейла. Часть 3. Определение потери массы»), разрывной нагрузке и разрывному удлинению (ГОСТ 29104.4-91 «Ткани технические. Метод определения разрывной нагрузки и удлине-

ния при разрыве»). Учитывая, что в варочной ферментной композиции присутствует препарат амилотического действия, катализирующий расщепление крахмала и применяющийся для расшлихтовки целлюлозосодержащих тканей, оценивали остаточное содержание шликты на ткани йодо-крахмальным методом [9].

Таблица 1

Препарат	Характеристика
Энзитекс ЦКО (ООО «Фермент»)	Кислая целлюлаза, активность 10000 ед/г, оптимальные условия действия: рН от 4,5 до 5,5, рабочая температура 40-60 °С
Энзитекс АТС (ООО «Фермент»)	Бактериальная α-амилаза, активность 10000 ед/г, оптимальные условия действия: рН от 5,5 до 6,5, рабочая температура 40-90 °С
Энзитекс Био-К (ООО «Фермент»)	Кислая пектиназа, активность 6500 ед/г. Оптимальные условия действия: рН от 3,0 до 4,5, рабочая температура 40-60 °С
RG-NR520 (поставщик ООО «Фермент»)	Натриевая соль фосфорного эфира этоксилированного спирта, анионная природа, хорошо растворяется в воде до концентраций 15 г/л
LAVOTAN DSU 100 (СНТ R. Beitlich GmbH)	Комбинация специальных поверхностно-активных веществ, неионогенная природа, препарат устойчив к кислотам, щелочам и солям металлов в обычных концентрациях, не оказывает отрицательного воздействия на активность бактериальных препаратов и панкреатических амилаз

Результаты и обсуждения

Результаты исследований представлены на рис. 2...5. За контрольный образец принимается суровая хлопчатобумажная ткань.

По данным рис. 2 (оценка разрывной нагрузки и разрывного удлинения хлопчатобумажной ткани после биоотварки) можно прийти к выводу, что природа смачивателей не оказывает значительного влияния на потерю прочности текстильного материала. К резкому снижению разрывной нагрузки приводит увеличение концентрации анионного ПАВ более 1 г/л, неионогенного – более 2 г/л.

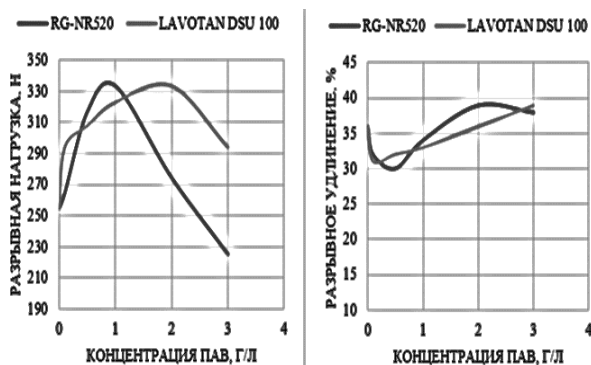


Рис. 2

В процессе ферментативной отварки тканей используемые ПАВ снижают поверх-

ностное натяжение материала, что позволяет ферментам проникнуть через микропоры и трещины и сориентироваться в благоприятных позициях для выполнения каталитических функций [11].

Таким образом, увеличение концентрации ПАВ приводит к увеличению активности всех видов ферментов в композиции, которые катализируют процесс удаления примесей, загрязнений и крахмальной шликты, а также способности целлюлазами разрушать первичную стенку целлюлозных волокон, что и приводит к снижению разрывной нагрузки материала [12].

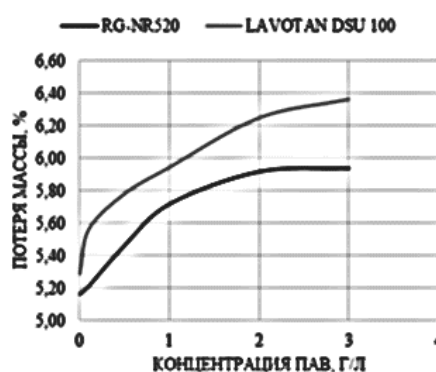


Рис. 3

Потеря массы образцов (рис. 3) после обработки неионогенным ПАВ незначи-

тельно выше, чем после обработки анион-активным. С увеличением концентрации реагента происходит повышение потери массы материалов. Вероятно, это связано с извлечением примесей нецеллюлозного происхождения, сопутствующих целлюлозе после отварки (воскообразные, пектиновые, зольные и др.) [13].

Считается, что хорошо подготовленными к крашению являются хлопчатобумажные ткани, капиллярность которых не

ниже 120 мм за 60 мин. Капиллярность всех исследуемых образцов достигает требуемого значения (рис. 4), однако смачивание анионоактивным ПАВ придает материалам наибольшую сорбционную способность. С увеличением концентрации смачивателей более 1 г/л не происходит увеличения капиллярности образцов, значения находятся приблизительно в одном диапазоне. Следовательно, увеличение концентрации более 1 г/л нецелесообразно.

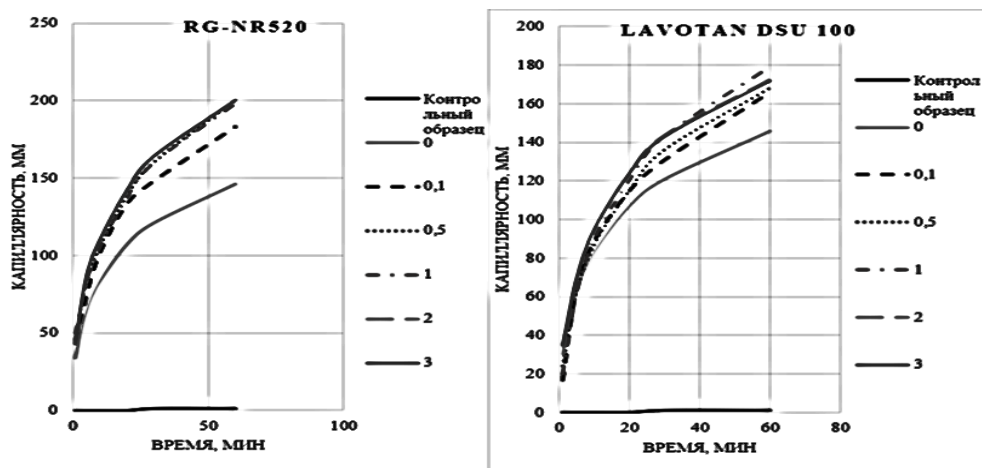


Рис. 4

Согласно результатам оценки остаточного содержания крахмала на ткани, биотварка позволяет удалить значительную часть крахмальной шликты при концентрации ПАВ 0,1 г/л (рис. 5 – оценка качества проведения расшлихтовки хлопчатобумажной ткани йодокрахмальным

методом: а) суровая ткань; б) без ПАВ; в) RG-NR520 – 0,1 г/л; г) RG-NR520 – 0,5 г/л; д) RG-NR520 – 1 г/л; е) RG-NR520 – 2 г/л; ж) RG-NR520 – 3 г/л; з) LAVOTAN – 0,1 г/л; и) LAVOTAN – 0,5 г/л; к) LAVOTAN – 1 г/л; л) LAVOTAN – 2 г/л; м) LAVOTAN – 3 г/л).

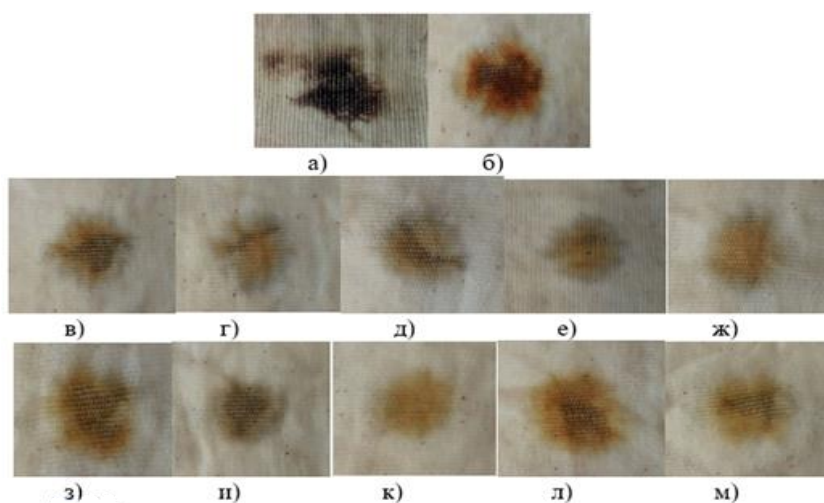


Рис. 5

Для анионоактивного смачивателя наилучший результат расшлихтовки достигается при концентрации 3 г/л, для неионогенного – 1 г/л.

ВЫВОДЫ

В результате экспериментальных исследований влияния природы и концентрации поверхностно-активных веществ на качественные показатели совмещенной технологии расшлихтовки и биоотварки хлопчатобумажных тканей с использованием новых ферментных композиций белорусского производителя установлено:

– природа смачивателей не оказывает влияния на потерю прочности ткани;

– к резкому снижению разрывной нагрузки приводит увеличение концентрации анионоактивного ПАВ более 1 г/л, неионогенного – более 2 г/л;

– потеря массы образцов после обработки неионогенным ПАВ незначительно выше, чем после обработки анионоактивным; с увеличением концентрации реагента происходит повышение потери массы материалов;

– смачивание анионоактивным ПАВ придает материалам наибольшую сорбционную способность; с увеличением концентрации смачивателей более 1 г/л не происходит увеличения капиллярности образцов;

– для анионоактивного смачивателя наилучший результат расшлихтовки достигается при наибольшей концентрации – 3 г/л; для неионогенного ПАВ концентрация в 1 г/л позволяет достичь желаемого результата подготовки текстильного материала.

Таким образом, для использования в совмещенной технологии расшлихтовки и биоотварки хлопчатобумажных тканей новой ферментной композиции (ООО «Фермент») рекомендуется применение анионоактивного смачивателя RG-NR520 концентрацией 1 г/л.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кричевский Г.Е. Химическая технология текстильных материалов: учеб. для вузов. М.: РЗИТЛП, 2001. 298 с.

2. Барышева Н.В. Разработка основ ферментативной технологии отварки хлопчатобумажных тканей: дис... канд. техн. наук: 05.19.02. М.: РГБ, 2006. 179 с.

3. Хасанова С.Х., Файзуллаева З.М. Исследование процесса подготовки смесовой шелко-нитроновой ткани // Материалы Международной научной конференции, посвященной 110-летию со дня рождения профессора А.Г. Севостьянова. М.: РГУ им. А.Н. Косыгина, 2020. Т 2. С. 77...79.

4. Алеева С.В. Ферментативная умягчающая обработка льняных изделий: воздействие целлюлаз в структуре набухшего волокна // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. 2022. № 5. С. 126...134. – https://doi.org/10.47367/0021-3497_2022_5_126

5. Алеева С.В., Лепилова О.В., Кокшаров С.А. Биохимические методы развития удельной поверхности льняных материалов для получения сорбентов и демпфирующих композитов // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. 2018. № 4. С. 89...95.

6. Ленько К.А., Ясинская Н.Н. Степень суммарной очистки хлопка от сопутствующих примесей после биоотварки // Производственные системы будущего: опыт внедрения Lean и экологических решений: материалы междунар. науч.-практ. конф. Кемерово: КГТУ им. Т.Ф. Горбачева, 2022. С. 5131...5135.

7. Волков В.А., Агеев А.А. Использование капиллярного метода для характеристики влияния природы ПАВ на капиллярные свойства отваренной ткани // Технические науки: проблемы и перспективы: сб-к ст. междунар. науч.-практ. конф. Уфа: ОМЕГА САЙНС, 2015. С. 11.

8. Топорищева Н.А., Чешкова А.В., Каменева О.А. Сокращенные биохимические экотехнологии подготовки и крашения котонинсодержащих тканей с сохранением цвета лигнина льна // Дизайн и технологии. 2022. № 90. С. 70...77.

9. Алеева С.В. Методологические основы совершенствования процессов биохимической модификации льняных текстильных материалов: дис. ... д-ра техн. наук: 05.19.02. Иваново, 2014. 389 с.

10. Ленько К.А., Ясинская Н.Н., Скобова Н.В., Лисовский Д.Л. Исследование смачивающей способности текстильных материалов после обработки ферментсодержащими композициями // Легкая промышленность: проблемы и перспективы: матер. междунар. науч.-техн. конф. Омск: ОмГТУ, 2021. С. 59...63.

11. Алеева С.В., Лепилова О.В., Кокшаров С.А. Подбор целлюлаз для умягчающей обработки льняных изделий пропиткой растворами биопрепаратов // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. 2022. № 6. С. 98...105. – https://doi.org/10.47367/0021-3497_2022_6_98

12. Топорищева Н.А., Мухина Е.Н., Чешкова А.В. Биохимическая технология подготовки для получения актуальных гладкокрашеных котонинсодержащих

щих тканей // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. 2020. № 5. С. 62...68.

13. *Ленько К.А., Ясинская Н.Н.* Исследование содержания примесей хлопкового волокна после биохимической подготовки к крашению с использованием полиферментных композиций // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. 2022. № 5. С. 118...126. – https://doi.org/10.47367/0021-3497_2022_5_118

REFERENCES

1. *Krichevskiy G.E.* Chemical technology of textile materials: textbook for universities. M.: RCITLI, 2001. 298 с.

2. *Barysheva N.V.* Development of bases of enzymatic technology of cotton fabrics boiling: dis. ... candidate of technical sciences: 05.19.02. Moscow: RSL, 2006. 179 с.

3. *Khasanova S.H., Faizullaeva Z.M.* Research of the preparation process of blended silk-nitron fabric // Proceedings of the International Scientific Conference dedicated to the 110th anniversary of Professor A.G. Sevostyanov. Moscow: RSU named after A.N. Kosygin, 2020. T 2. C. 77...79.

4. *Aleeva S.V.* Enzymatic softening treatment of linen products: the impact of cellulases in the structure of swollen fiber // *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti.* 2022. № 5. С. 126...134. – https://doi.org/10.47367/0021-3497_2022_5_126

5. *Aleeva S.V., Lepilova O.V., Koksharov S.A.* Biochemical methods of development of specific surface of linen materials for obtaining sorbents and damping composites // *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti.* 2018. № 4. С. 89...95.

6. *Lenko K.A., Yasinskaya N.N.* Degree of total purification of cotton from related impurities after bio-digestion // Production systems of the future: experience in implementing Lean and environmental solutions: proceedings of the International Scientific and Practical Conference. Kemerovo: KSTU named after T.F. Gorbachev, 2022. С. 5131...5135.

7. *Volkov V.A., Ageev A.A.* Use of capillary method to characterize the influence of surfactant nature on capillary properties of boiled fabric // Technical Sciences: problems and prospects: collection of articles of the international scientific-practical conference. Ufa: OMEGA SAINS, 2015. С. 11.

8. *Toporishcheva N.A., Cheshkova A.V., Kamenova O.A.* Reduced biochemical ecotechnologies of preparation and dyeing of cottonin-containing fabrics with preservation of lignin color of flax // Design and Technology. 2022. № 90. С. 70...77.

9. *Aleyeva S.V.* Methodological bases of improvement of processes of biochemical modification of linen textile materials: dis. ... doct. of technical sciences: 05.19.02. Ivanovo, 2014. 389 с.

10. *Lenko K.A., Yasinskaya N.N., Skobova N.V., Lisovsky D.L.* Study of wetting ability of textile materials after treatment with enzyme-containing compositions // Light Industry: Problems and Prospects: proceedings of the International Scientific and Technical Conference. Omsk: OmSTU, 2021. С. 59...63.

11. *Aleeva S.V., Lepilova O.V., Koksharov S.A.* Selection of cellulases for softening treatment of linen products by impregnation with biopreparation solutions // *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti.* 2022. № 6. С. 98...105. – https://doi.org/10.47367/0021-3497_2022_6_98

12. *Toporishcheva N.A., Mukhina E.N., Cheshkova A.V.* Biochemical preparation technology for obtaining topical smooth-dyed cottonin-containing fabrics // *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti.* 2020. № 5. С. 62...68.

13. *Lenko K.A., Yasinskaya N.N.* Research of the content of cotton fiber impurities after biochemical preparation for dyeing with the use of polyferment compositions // *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti.* 2022. № 5. С. 118...126. – https://doi.org/10.47367/0021-3497_2022_5_118

Рекомендована организационным комитетом Международной научно-технической конференции "Инновации в текстиле, одежде и обуви (ICTAI-2023)". Поступила 16.11.23.