

УДК 64.29.23
DOI 10.47367/0021-3497_2022_3_157

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ПРИРОДЫ ГИДРОФОБИЗИРУЮЩИХ КОМПОЗИЦИЙ НА ВОДООТТАЛКИВАЮЩУЮ СПОСОБНОСТЬ ТКАНИ

STUDY OF THE EFFECT OF THE NATURE OF HYDROPHOBIC COMPOSITIONS ON THE WATER REPELLENCY OF FABRICS

Г.Ю. КАЛДЫБАЕВА¹, И.А. НАБИЕВА², Г.К. ЕЛДИЯР¹, Ф.Н. НУРКУЛОВ³

G.YU. KALDYBAEVA, I.A. NABIEVA, G.K. YELDIYAR, F.N. NURKULOV

¹Некоммерческое Акционерное общество Южно-Казахстанский университет им. М.Ауэзова, Республика Казахстан,

²Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности, Республика Узбекистан,

³ Ltd "Ташкентский научно-исследовательский химико-технологический институт", Республика Узбекистан)

(Non-Profit Limited Company M.Auezov South Kazakhstan University, Republic of Kazakhstan,

Tashkent Institute of Textile and Light Industry, Republic of Uzbekistan,

"Tashkent Scientific Research Institute of Chemical Technology "Ltd, Republic of Uzbekistan,)

E-mail: gkaldybaeva@mail.ru

В статье представлены результаты научных исследований по изучению влияния природы гидрофобизирующих композиций на водоотталкивающую способность хлопчатобумажной ткани. Исследованиями установлено, что при использовании фторсодержащего вспомогательного вещества и композиции, не содержащей фторуглеродов, максимальная водоотталкивающая способность достигается при температуре термообработки аппретированной ткани 150°C в течение двух минут, а в случае использования хлорсульфированного полиэтилена при температуре 160°C. Гидрофобизирующие вещества придают тканям гидрофобность благодаря химическому взаимодействию функциональных групп с гидрофильными группами волокон. Наиболее плотно упакованный полимерный слой макромолекул образуется

из частиц гидрофильной, гидрофобной природы, способных ориентироваться на твердой поверхности. Актуальной поэтому является задача поиска путей получения дисперсных систем, состав, структура частиц дисперсной фазы и коллоидно-химические свойства которых обеспечивают достижение высокого уровня антиадгезионных свойств волокнистых материалов. Исследованные композиции, образуя на поверхности ткани прозрачную пленку, обладают высокой адгезионной способностью по отношению к целлюлозе. Показано влияние строения композиции на оптические и колористические свойства аппретированных тканей.

The article presents the results of scientific researches on study of nature of hydrophobizing compositions on water repellency of cotton fabric. Research has established that when fluorine-containing auxiliary agent and non-fluorocarbon composition are used, maximum water repellency is achieved at thermal processing temperature of impregnated fabric 1500C for 2 minutes, and in case of chlorosulfated polyethylene - at temperature 1600C. Hydrophobizing agents make the fabrics hydrophobic by chemical interaction of functional groups with hydrophilic groups of fibres. The most densely packed polymeric layer of macromolecules is formed from particles of hydrophilic, hydrophobic nature that can be oriented on a solid surface. Therefore the task of searching for ways to obtain disperse systems with the composition, structure of the disperse phase particles and colloid chemical properties that provide high level of anti-adhesion properties of fibrous materials is relevant. The investigated compositions, forming a transparent film on fabric surface, possess high adhesive properties in relation to cellulose. The influence of the composition structure on the optical and coloristic properties of the applied fabrics has been shown.

Ключевые слова: отделка, аппрет, хлопчатобумажная ткань, гидрофобизирующие композиции, водоотталкивающая способность, степень белизны, колористические показатели.

Keywords: finishing, appret, cotton fabric, hydrophobic compositions, water repellency, degree of whiteness, colour values.

Введение

В зависимости от устойчивости ткани к намоканию в воде различают водонепроницаемую и водоотталкивающую отделки. Водонепроницаемая отделка, применяемая для технических тканей, достигается путем покрытия поверхности ткани сплошной воздухонепроницаемой пленкой. Водоотталкивающая отделка применяется для одежных, плащевых, спортивных и других тканей бытового назначения, в которых требуется сохранение открытой пористости и воздухопроницаемости ткани. В последние годы особое внимание уделяется созданию водоотталкивающих текстильных материалов в виде ткани, трикотажного полотна и готовых изделий посредством при-

менения неагрессивных гидрофобизирующих композиций, не ухудшающих эксплуатационных свойств субстрата. Гидрофобизирующие композиции – это многокомпонентные соединения, создаваемые отдельно для шерстяных [1], шелковых [2] и целлюлозных [3] тканей с учетом их физико-химических, сорбционных и морфологических свойств. В зависимости от строения указанные соединения могут удерживаться на поверхности волокна за счет адсорбционных сил или химического взаимодействия с волокном.

Ткани, обработанные гидрофобизирующими композициями, обладают многочисленными преимуществами на промышленном и потребительском уровне. Однако со

временем водоотталкивающая способность, которая была достигнута за счет адсорбционных сил, снижается. В этом аспекте учеными предложен новый способ придания специальных свойств текстильным материалам путем привитой сополимеризации акриловых мономеров с макромолекулой целлюлозы [4], что способствует сохранности водоотталкивающих свойств хлопчатобумажной ткани в эксплуатации. Был исследован механизм привитой сополимеризации сравнительным анализом ИК-спектроскопии и ПМР-спектров целлюлозы, персульфата калия, акриловых мономеров и продуктов из взаимодействия. По результатам спектроскопических исследований установлено, что взаимодействие субстрата и композиции протекает за счет хемосорбции.

Рядом ученых для придания текстильным материалам гидрофобности предложены: сополимерная эмульсия фторацетата [5], синтетический алюмосиликат [6] и препараты на основе метилольных производных различных соединений [7].

Доказана эффективность применения промоторов адгезии на основе бифункционального силана в составах для гидрофобизации текстильных материалов кремнийорганическими соединениями, введение которых дает возможность значительно повысить эффект водоотталкивания и его устойчивость к стирке на тканях, колорированных по пигментной технологии [8]. Водный раствор на основе кремнийорганических соединений использовался для гидрофобизации текстильных изделий с сохранением их эксплуатационных и гигиенических характеристик.

Создание новых аппретурирующих составов для процесса заключительной отделки не решает ряда вопросов, касающихся обеспечения равномерного аппретирования и качественного закрепления препарата на текстильном полотне. В работах [9], [10] для решения данной проблемы исследованы возможности применения в процессах заключительной отделки, в частности, для придания гидрофобных свойств целлюлозосодержащим текстильным материалам общего и специального назначения низко-

температурной плазмы и оценена эффективность включения в технологическую цепочку плазменной активации материалов.

Значимые результаты получены авторами работы [11]. Предлагается гидрофобное покрытие, которое используется на целлюлозном волокне. Часть целлюлозного волокна обрабатывают аппретом, для придания гидрофобности, остальную часть смешивают с неаппретированным волокном. В результате получают пряжу модифицированную, т.е. какая-то часть не сорбирует воды, а какая-то часть, являясь гидрофильной, сорбирует воду.

Гидрофобная поверхность полученных волокон напоминает синтетические волокна, такие как полиэстер или полиамид. Эта работа является примером альтернативного метода замены синтетических волокон на биопроизводные и биоразлагаемые материалы в функциональной одежде.

Настоящее исследование нацелено на изучение зависимости водоотталкивающих свойств отбеленной и окрашенной хлопчатобумажной ткани от природы гидрофобизирующих композиций, представленных различными производителями.

Методы

В данной работе объектом исследования является ткань хлопчатобумажная отбеленная поверхностной плотностью 197 г/м², разрывная нагрузка ткани равна 674 Н, а удлинение 73%. В качестве гидрофобизирующих композиций использованы гидрофобизаторы импортного производства TubiguardSCS-F, EcosperlActive (CHTSwitzerlandAG, Швейцария) и состав на основе хлорсульфированного полиэтилена-предложенного учеными Узбекистана. Для получения гидрофобных текстильных материалов необходимое количество образцов обрабатывали в растворе Tubiguard SCS-F и EcosperlActive, а также хлорсульфированного полиэтилена. Композицию гидрофобных растворов наносили на текстильный материал в пропитывающей ванне в течение двух минут. Пропитанный текстильный материал проходит через отжимные валики, сушится при температуре 80°C, далее подвергается термической обработке. Термическая обработка осуществляется в тече-

ние двух минут при температуре 150°C. Водоотталкивающую способность образцов оценивали на приборе WR-1600E (Япония) по ГОСТ 3816–81 (ИСО 811–81).

Степень белизны определена на приборе Minolta (Япония). Колористические показатели определяли на лабораторном колориметре X-RiteCi7800 (Корея) согласно методике [12] в стандартном излучении D₆₅, который рекомендуется при измерении цветолуминесцирующих образцов, поскольку распределение потока излучения УФ-частиц его спектра нормировано. В₆₅ – источник, относительное спектральное распределение энергии которого в видимой области спектра соответствует излучению абсолютно черного тела при температуре 6504°K [13]. Воспроизводит условия освещения усредненным дневным светом (ГОСТ 7721–89).

Результаты и обсуждение

В современной технологии для придания тканям гидрофобных свойств используют:

- эмульсии парафинов и восков, содержащие соли алюминия или циркония;
- кремнийорганические соединения (силиконы);
- органические комплексы хрома или алюминия, включающие остатки высших жирных кислот;
- пиридинсодержащие соединения;
- фторсодержащие производные;
- метилольные производные различных соединений, содержащие длинные алкильные цепи.

Парафиновые эмульсии применяются для получения водонепроницаемой отделки, а остальные препараты – для водоотталкивающей гидрофобной отделки с сохранением открытой структуры ткани. Наибольшее распространение получил комплекс хрома со стеариновой кислотой – хромстерилхлорид, известный под названием хромолан. Также в конце XIX века широко использовались различные кремнийорганические соединения. Недостатком данных препаратов является сброс в сточные воды шестивалентного хрома и высокая щелочность кремнийорганических препаратов.

В данной работе изучалась природа гидрофобизаторов импортного производства Tubiguard SCS-F, EscoperlActive (CHT Switzerland AG, Швейцария) и состава на основе хлорсульфированного полиэтилена – предложенного учеными Ташкентского химико-технологического научно-исследовательского института. TubiguardSCS-F – вспомогательное вещество, для придания водо- и маслоотталкивающих свойств. Фторсодержащая дисперсия. Неионогенный. pH - 3,5-4,5. EscoperlActive – комбинация вспомогательных веществ, не содержащая фторуглеродов, для обеспечения гидрофобности. pH 5,0...6,0. Хлорсульфированный полиэтилен – это каучукоподобный продукт, получаемый при взаимодействии полиэтилена с хлором и сернистым ангидридом. Этот продукт отличается высокой атмосферной и химической стойкостью. Разрушающее действие на него оказывает уксусная кислота, ароматические и хлорированные углеводороды. Эти гидрофобизирующие вещества придают тканям гидрофобность, благодаря химическому взаимодействию функциональных групп с гидрофильными группами волокон, а также вследствие блокирования последних за счет образования в волокне гидрофобного застила из углеводородных цепочек.

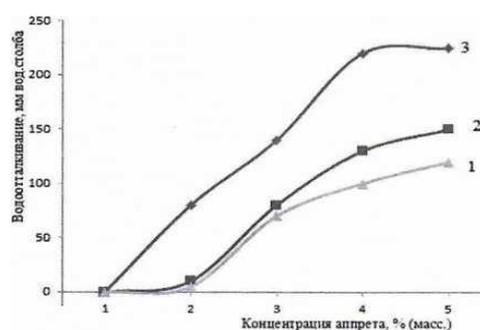


Рис. 1

Использование гидрофобизирующих композиций предполагает, прежде всего, выбор эффективной концентрации препаратов. Эффективность исследуемых гидрофобизаторов оценивались по водоотталкивающей способности образцов обработанных тканей. Влияние концентрации препара-

тов на водоотталкивающие свойства хлопчатобумажной ткани иллюстрированы на рис. 1 (влияние концентрации аппретов на водоотталкивающие свойства хлопчатобумажной ткани: 1- хлорсульфированный полиэтилен, 2 – EscoperlActive, 3 – Tubiguard SCS-F).

Как следует из приведенных данных, эффективность фторсодержащего аппрета выше по сравнению с EscoperlActive и хлорсульфированного полиэтилена. Известно, что основная реакция между составляющими аппрета и макромолекулами целлюлозы протекает при высоких температурах [14]. Экспериментальные результаты лабо-

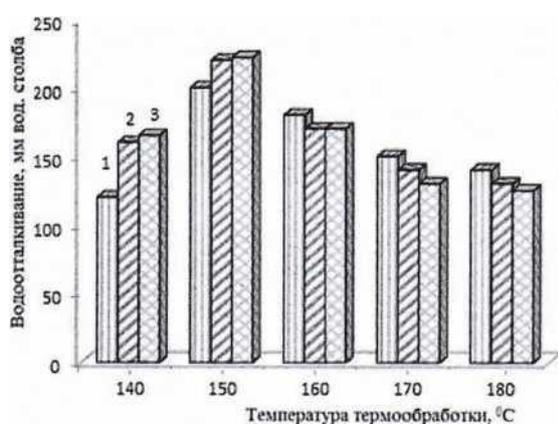


Рис. 2

Видно, что максимум кривых зависимости водоотталкивания соответствует режиму термообработки, которая проводится при температуре 150°C для Tubiguard SCS-F и 160°C в случае использования хлорсульфированного полиэтилена в течение двух минут. Проведение процесса термообработки выше температуры 150...160°C сопровождается уменьшением водоотталкивающих свойств хлопчатобумажной ткани, продолжительность термообработки более двух минут не приводит к существенным изменениям гидрофобности исследуемых образцов.

Как известно, аппретирование производится в заключительном этапе химической отделки текстильных материалов. В связи с этим, аппретовые должны быть стабильными,

ракторного процесса заключительной отделки аппретами, в частности зависимость водоотталкивающих свойств от продолжительности и температуры термообработки оплюсованной ткани раствором аппрета суммированы на рис. 2 (зависимость водоотталкивающих свойств от продолжительности и температуры термообработки (Tubiguard SCS-F)). Продолжительность термообработки: 1 – 1 мин, 2 – 2 мин, 3 – 3 мин) и рис. 3 (зависимость водоотталкивающих свойств от продолжительности и температуры термообработки (хлорсульфированный полиэтилен). Продолжительность термообработки: 1 – 1 мин, 2 – 2 мин, 3 – 3 мин).

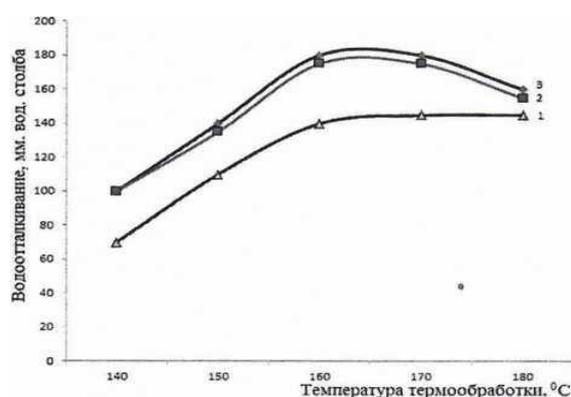


Рис. 3

достаточно прочно удерживаться на волокне, не смываться при стирках и обеспечить высокое качество [15]. Аппретовые не должны ухудшать внешний вид тканей и негативно влиять на колористические показатели текстильного материала [16].

Экспериментальные результаты по изучению влияния типа гидрофобизирующих композиций на степень белизны в случае аппретирования отбеленной ткани и колористических показателей образцов в случае окрашенной ткани занесены в табл. 1 (влияние гидрофобной отделки на колористические показатели и степень белизны образцов хлопчатобумажной ткани поверхностной плотностью 197 г/м², окрашенной активным красителем Chemazol Turquoise Blue G %266.).

Образцы	Колористические показатели образцов			Прочность окраски, балл, к		Степень белизны, %
	интенсивность К/S	яркость L*	цветовой тон h*	мылу	трению	
Исходный	14	57	68	5/5/5	5/5	90
Аппретированный						
Tubiguard SCS-F	12	55	69	5/5/5	5/5	84
Escoperl Active	10	48	73	5/5/5	5/5	78
Хлорсульфированный полиэтилен	14	58	66	5/5/5	5/5	89

Как видно из приведенных данных, степень белизны отбеленной ткани, интенсивность, яркость и цветовой тон окрашенного хлопчатобумажного образца ткани, обработанного хлорсульфированным полиэтиленом, почти не изменяются, это может быть связано с тем, что хлорсульфированный полиэтилен образует на поверхности ткани прозрачную пленку, кроме того на ощупь жесткость отсутствует, что показывает высокоэластичность образованной пленки. Однако в процессе аппретирования с использованием Tubiguard SCS-F, Escoperl Active отбеленной ткани наблюдается некоторое снижение степени белизны и изменение их колористических показателей.

В Ы В О Д Ы

В результате проведенных исследований была определена зависимость водоотталкивающих свойств окрашенного хлопчатобумажного образца ткани, обработанного в растворе Tubiguard SCS-F и Escoperl Active, а также хлорсульфированного полиэтилена. Выявлено, что эффективность фторсодержащего аппрета выше по сравнению с Escoperl Active и хлорсульфированного полиэтилена.

Наиболее высокий показатель гидрофобности выявлен при режиме термообработки, который проводится при температуре 150°C для Tubiguard SCS-F и 160°C в случае использования хлорсульфированного полиэтилена в течение двух минут. Проведение процесса термообработки выше температуры 150...160°C сопровождается уменьшением водоотталкивающих свойств.

Также при проведении экспериментальных работ установлено, что продолжительность термообработки более двух минут не приводит к существенным изменениям гидрофобности исследуемых образцов.

При нанесении на ткань хлорсульфированный полиэтилен образует на ее поверхности прозрачную высокоэластичную пленку, которая обладает высокой адгезионной способностью по отношению к целлюлозе, в связи с чем степень белизны отбеленной ткани, интенсивность, яркость и цветовой тон окрашенного хлопчатобумажного образца ткани почти не изменяются. Использование Tubiguard SCS-F, Escoperl Active в процессе аппретирования выявляет снижение степени белизны и изменение их колористических показателей.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Масло- и водоотталкивающие композиции и способы их применения. Oil and water repellent compositions and methods of application thereof: Патент 7211327 США, МПКВ 32 В 27/30 (2006.01), В 05 Д 5/00 2006.1.6ЫЕи *Evan, Barons Andrew. № 11/217965*; Заявл. 31.08.2005; Оpubл. 01.05.2007; НПК 428/421.
2. *Huang Fenglin, Wei Qufu, Liu Ya, GaoWeidong, Huang Yubo.* Функционализация поверхности шелковых тканей напылением ПТФЭ. Surface functionalization of silk fabric by PTFE sputter coating // *J. Mater. Sci.* – 2007, 42, № 19. P. 8025...8028.
3. *LuJue, AskelandPer, DrzalLawrence.* Поверхностная модификация микрофибриллированной целлюлозы для получения эпоксидных композитов. Surface modification of microfibrillated cellulose for epoxy composite applications // *T. Polymer.* – 2008. 49, № 5. P. 1285...1296.
4. *Rafikov A.S., Nabiev N.D., KarimovS.Kh. Jboduloev B.Sh., Mirzayev N.B.* Getting Graft Cellulose Copolymers and Acrylic Monomers. // *International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE).* – Volume-8 Issue-4, November 2019. P. 719...723.

5. Huang, P.Y., Chao, Y.C., Liao, Y.T. Preparation of fluoroacrylatenanocopolymer by miniemulsion polymerization used in textile finishing // Journal of Applied Polymer Science. – Volume 94, Issue 4, 15 November 2004, P. 1466...1472.

6. Владимирцева Е.Л., Шарнина Л.В., Блиничева И.Б. Применение синтетического алюмосиликата в гидрофобной отделке текстильных материалов // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2008, № 4. С.77...80.

7. Владимирцева Е.Л., Шарнина Л.В., Циркина О.Г. Заключительная отделка гидрофобных тканей. Решение проблем пропитки и фиксации аппрета // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2009, №5. С.51...54.

8. Качук Д.С., Нестерова Л.А. Венгер Е.А. Гидрофобная отделка кремнийорганическими соединениями текстильных материалов, напечатанных пигментами // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2014, №3. С.123...129.

9. Владимирцева Е.Л., Шарнина Л.В. Использование низкотемпературной плазмы тлеющего разряда для повышения эффективности водостойкой отделки // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2008, № 6. С.83...85.

10. Шарнина Л.В., Телегин Ф.Ю. Текстильный материал как объект плазменной обработки, гидрофилизация поверхности // Изв. вузов. Химия и химическая технология. – 2008, т.51, вып.3. С.86...90.

11. Wright T., Mahmud-Ali A., Bechtold T. Surface coated cellulose fibers as a biobased alternative to functional synthetic fibers // Journal of Cleaner Production. – Volume 275, 1 December 2020, Article number 123857.

12. Computer color matching system operation and maintenance manual. Korea industrial technology ODA. – 2012. P.79.

13. Мигалина И.В. Расчет цветности излучения: учебно-методические указания к курсовой расчетно-графической работе. – М.: МАРХИ, 2011.

14. Куанбай Н.К., Баданова А.К. Разработка совмещенной технологии колорирования и гидрофобной отделки целлюлозных текстильных материалов // Алматы технологияльшуниверситетшщабаршысы. – 2018. №4. С.5...12.

15. Блиничева И.Б., Шарнина Л.В. Технология совмещенного крашения и заключительной отделки хлопчатобумажных тканей // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2010, № 1. С.72...76.

16. Кричевский Г.Е. Химическая технология текстильных материалов. – Том 3. Заключительная отделка. – М.: Легпромбытиздат, 2001.

REFERENCES

1. Oil and water repellent compositions and methods for their use. Oil and water repellent compositions and methods of application thereof: US Pat. No. 11/217965', Appl. 08/31/2005; Published May 1, 2007; NPK 428/421.

2. Huang Fenglin, Wei Qufu, Liu Ya, Gao-Weidong, Huang Yubo. Functionalization of the surface of silk fabrics by sputtering with PTFE. Surface functionalization of silk fabric by PTFE sputter coating // J. mater. sci. - 2007, 42, No. 19. P. 8025 ... 8028.

3. LuJue, Askeland Per, Drzal Lawrence. Surface modification of microfibrillated cellulose to obtain epoxy composites. Surface modification of microfibrillated cellulose for epoxy composite applications // T. Polymer. - 2008. 49, No. 5. P. 1285 ... 1296.

4. Rafikov A.S., Nabiev N.D., Karimov S.Kh. Jbodulloev B.Sh., Mirzayev N.B. Getting Graft Cellulose Copolymers and Acrylic Monomers. // International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE). – Volume-8 Issue-4, November 2019. P. 719...723.

5. Huang, P.Y., Chao, Y.C., Liao, Y.T. Preparation of fluoroacrylate nanocopolymer by miniemulsion polymerization used in textile finishing // Journal of Applied Polymer Science. – Volume 94, Issue 4, 15 November 2004, P. 1466...1472.

6. Vladimirtseva E.L., Sharnina L.V., Blinicheva I.B. Application of synthetic aluminosilicate in hydrophobic finishing of textile materials // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii. Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. - 2008, No. 4. P.77 ... 80.

7. Vladimirtseva E.L., Sharnina L.V., Tsirkina O.G. Final finishing of hydrophobic fabrics. Solving the problems of impregnation and fixation of the sizing // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii. Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. - 2009, No. 5. P.51...54.

8. Kachuk D.S., Nesterova L.A. Venger E.A. Hydrophobic finishing with organosilicon compounds of textile materials printed with pigments // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii. Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. - 2014, No. 3. P.123...129.

9. Vladimirtseva E.L., Sharnina L.V. The use of low-temperature glow discharge plasma to improve the efficiency of waterproof finishing // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii. Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. - 2008, No. 6. P.83 ... 85.

10. L. V. Sharnina and F. Yu. Textile material as an object of plasma treatment, surface hydrophilization // Izv.vuzov. Chemistry and chemical technology. - 2008, v.51, issue 3. P.86...90.

11. Wright T., Mahmud-Ali A., Bechtold T. Surface coated cellulose fibers as a biobased alternative to functional synthetic fibers // Journal of Cleaner Production. – Volume 275, 1 December 2020, Article number 123857.

12. Computer color matching system operation and maintenance manual. Korea industrial technology ODA. – 2012. P.79.

13. Migalina I.V. Calculation of the chromaticity of radiation: educational and methodical instructions for the course calculation-no-graphic work. – М.: MARKHI, 2011.

14. Kuanbai N.K., Badanova A.K. Development of a combined technology for coloring and hydrophobic

finishing of cellulose textile materials // Almaty Technology University. - 2018. No. 4. С.5...12.

15. Blinicheva I.B., Sharnina L.V. Technology of combined dyeing and final finishing of cotton fabrics // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii. Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2010, No.1. P.72...76.

16. Krichevsky G.E. Chemical technology of textile materials. - Volume 3. Final finishing. – M.: Legprombytizdat, 2001.

Поступила 07.06.22.
