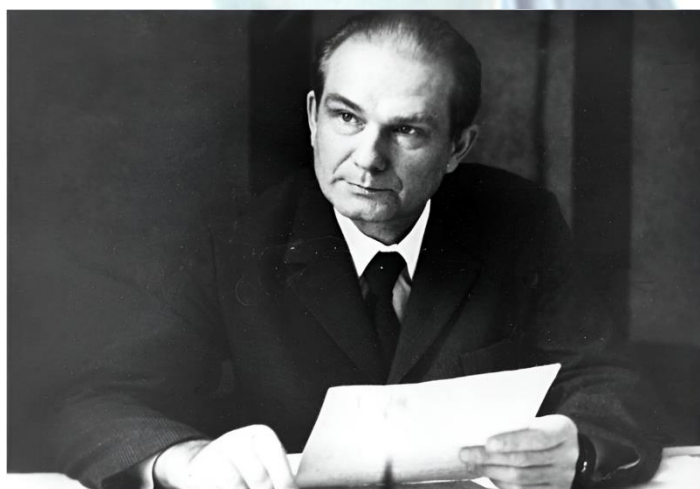




2025  
**ТЕКСТИЛЬНАЯ ХИМИЯ ТРАДИЦИИ И  
НОВАЦИИ**

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
образования  
«Ивановский государственный химико-технологический университет»  
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Институт химии растворов им. Г.А. Крестова  
Российской академии наук*

**Научно-практическая конференция  
К 98-ЛЕТИЮ ЗАСЛУЖЕННОГО ДЕЯТЕЛЯ НАУКИ И ТЕХНИКИ,  
ЛАУРЕАТА ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПРЕМИИ СССР И ПРЕМИИ  
ПРАВИТЕЛЬСТВА РФ**



**ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ**

**«Текстильная химия: традиции и новации»  
(Мельниковские чтения – 2025)**

**29-30 МАЯ 2025 г.  
г. Иваново**

Тезисы докладов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Текстильная химия: традиции и новации», 29-30 мая 2025 года / сост.: К.А. Ерзунов, А.Ф. Алёхина; ФГБОУ ВО Ивановский государственный химико-технологический университет. – Иваново, 2025. – 92 с.

## ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ

### **Председатель оргкомитета:**

Ректор ИГХТУ Гордина Н.Е.

*Доктор технических наук, доцент, профессор Кафедры технологии неорганических веществ*

### **Члены оргкомитета:**

д.х.н., директор ИХР РАН им Г.А. Крестова **Киселев М.Г.**

д.х.н., доц., проректор по науке и инновациям **Гущин А.А.**

д.т.н., проф., зав.каф ХТБМ **Одинцова О.И.**

д.т.н., проф. **Морыганов А.П.**

д.т.н., проф. **Пророкова Н.П.**

д.т.н., проф. **Владимирцева Е.Л.**

д.т.н., проф. **Чешкова А.В.**

к.т.н. доц. **Козлова О.В.**

к.т.н. доц. **Смирнова С.В.**

к.т.н. доц. **Белокурова О.А.**

к.т.н. ст. препод. **Малыгина А.А.**

### **Секретариат конференции:**

к.т.н., ст. препод. **Ерзунов К.А.**

м.н.с. **Алехина А.Ф.**

сайт конференции: <https://conf.isuct.ru/textile-chemistry-2025>

## **ВТОРИЧНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОЛИЭТИЛЕНТЕРЕФТАЛАТА В СОСТАВЕ ИСКУССТВЕННОГО КАМНЯ ДЛЯ МОДИФИКАЦИИ КОМПОЗИТНЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

О.В. Асташкина, Н.И. Свердлова

Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна,  
Россия, Санкт-Петербург

Производство различных полимеров и возможность их целенаправленной модификации для создания изделий с заданными свойствами приводит к накоплению отслуживших свой срок предметов бытового и технического назначения. Кроме того, использование полимерной упаковки пищевых продуктов и изделий для медицинской практики не допускают их повторного применения. Полимеры после допустимого регламентом срока эксплуатации требуют постоянного контроля повторного использования или утилизации, которые представляют многофакторную инженерную и техническую задачу. Запрет на процесс очистки мусорных свалок от полимерных изделий сжиганием определяет выбор экономически и экологически целесообразных способов вторичного использования синтетических полимеров. Освобождение от полимеров мусорных свалок способствует достижению углеродной нейтральности, так как продукты их высокотемпературной деструкции, содержащие  $\text{CO}_2$ , оставляют высокий углеродный след, загрязняя воздух, почву и грунтовые воды.

Новые технологические подходы к рациональной переработке полимерной продукции, имеющей длительный период сохранения прочностных и физико-химических характеристик после использования по целевому назначению, определяют целесообразность её использования в качестве наполнителей в производстве композиционных материалов.

Полимерные композиты широко используются в строительной индустрии благодаря возможности эффективно изменять физико-механические свойства, текстуру и цветовую гамму изделий. Технология получения композитов, обладающих функциональными качествами природных материалов для строительства, состоит из включения наполнителя выбранной формы в связующую основу, переходящую в определенных условиях из вязкотекучего состояния в твердое. Изделия, изготовленные по технологии получения композитов, можно формовать методом литья, используя многообразие доступных наполнителей любых размеров и формы.

Строительная индустрия нуждается в новых материалах, расширяющих возможности и повышение эффективности выполняемых работ. Бетон – это композиционный материал с высокой прочностью, получаемый в результате формирования и затвердевания рационально подобранной, тщательно перемешанной и уплотненной смеси вяжущего вещества (цемент), крупного или мелкого наполнителя и воды. Использование бетона обязательно при любом строительстве, начиная от заливки фундамента, заканчивая утеплением различных конструкций. Существуют различные способы сделать бетон безупречным. Чтобы увеличить прочность бетонных конструкций используют армирование при помощи противоусадочной сетки или арматурного каркаса. Применение полимерных компонентов в качестве наполнителя бетона позволили получить качественно новые варианты строительного материала – полимербетона. Предварительная подготовки наполнителя, изменяет такие технические и эксплуатационные характеристики композита, как ударная прочность, плотность, пористость, водопоглощение, декоративные качества.

Полиэтилентерефталат (ПЭТФ) – термопластичный полимер, изделия из которого вырабатываются из расплава в виде синтетического волокна, пленки, кабельной изоляции, упаковочной тары для пищевых продуктов, минеральной воды и других напитков. Основным объемом сырья для вторичной переработки составляют освобожденные от пищевых продуктов пластиковые бутылки. Ежегодно во всем мире около 1,5 миллиона тонн бутылок,

превращаясь в сырье для производства изделий не требующих специальных условий в процессе эксплуатации, успешно перерабатывается вторично термоформованием. В данной работе предварительная подготовка наполнителя проводилась в условиях сохранения его макромолекулярной структуры без высокотемпературного расплава ПЭТФ и состояла в механическом измельчении полимерных бутылок до частиц одинакового размера. Расчетное количество полученного наполнителя в виде крошки с определенной насыпной массой включали в сухую цементно-песочную смесь перед добавлением воды и тщательно перемешивали.

Экспериментально установлено, что образцы дисперсно-наполненного полимербетона, отличающиеся количеством и степенью измельчения полимерного наполнителя от 2,5 % до 25 % (масс), уменьшили плотность от 1,96 г/см<sup>3</sup> до 1,09 г/см<sup>3</sup> и увеличили водопоглощение от 9,3 % до 25,3 %. Выраженный для полученных образцов максимум ударной прочности выявлен при введении 15 % (масс) наполнителя (полимерная крошка с насыпной массой 0,35 г/см<sup>3</sup>) в сухую цементно-песочную смесь перед добавлением воды.

Проведена экспериментальная оценка свойств образцов полимербетонов с наполнителями, имеющими волокнистую структуру. Изменение формы наполнителя оказало влияние на эксплуатационные свойства фиброкомпозитов. Наполнители из ПЭТФ в виде волокна и полосок из бутылок, обладающие анизотропными свойствами, обеспечили полимербетонам повышение ударной прочности, контролируемое растрескивание, отсутствие усадочных трещин, снижение внутренних напряжений, возникающих во время твердения бетона. Проведенные лабораторные исследования позволили рекомендовать некоторые параметры для изготовления опытных образцов полимербетона.

Анализ свойств композитов, полученных включением в связующуюоснову неорганических и полимерных наполнителей, представляет интерес для разработки разнообразных вариантов искусственного камня. Возможность варьировать соотношение вязкотекучей полимерной основы и наполнителя с последующим отверждением в условиях без использования высоких температур, открывает широкую перспективу использования искусственного камня в интерьерной отделке помещений, облицовке фасадов и индивидуальных дизайнерских работах.

В исследовательской работе также получены образцы искусственных камней с использованием в качестве связующего полиэфирной смолы. В перечень наполнителей входили как специальные продукты коммерческого происхождения, так и керамзит, мраморная крошка, галька светящаяся белая, декоративный песок, крошка ПЭТФ.

Изменение физико-механических свойств и дизайнерской привлекательности изделий под влиянием воздействия светопогоды оценивали по сохранению ударной прочности, плотности, водопоглощения, теплопроводности, устойчивости окраски.

Сравнение полученных данных показало возможность выбора наполнителей с целью получения искусственного камня с требуемыми потребителем свойствами. Важной технической характеристикой является многократное увеличение сопротивляемости ударным нагрузкам. Включение крошки ПЭТФ в состав образца искусственного камня значительно увеличило (на 301%) его ударную прочность. Прочностные характеристики образцов с другими наполнителями увеличились не более чем на 135% относительно образца сравнения.

Полученные образцы искусственного камня эстетически привлекательны, имеют требуемые в строительной индустрии характеристики, могут быть получены в виде изделия заданной формы, которые легко монтируются и обслуживаются в эксплуатационном режиме. Предварительные выбор и подготовка наполнителей из сырья вторичной переработки полиэтилентерефталата позволят расширить ассортимент современных строительных материалов с новыми функциональными качествами для строительной индустрии и оценить их как продукт циркулярного дизайна.

**ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИНЦИПОВ БИМОМИМЕТИКИ  
ПРИ СОЗДАНИИ ГИБРИДНЫХ ВЛАГОСТОЙКИХ КОМПОЗИТОВ**

С.В. Алеева

Ивановский государственный политехнический университет, Россия, Иваново

Одним из активно развивающихся трендов современной индустрии композитов является активное расширение использования армированных волокном полимерных композиционных материалов в ведущих отраслях промышленного производства, в медицине, в сфере создания спортивной и бытовой техники, предметов домашнего обихода. По данным консалтинговой компании Precedence research [1], мировой рынок биокompозитов в апреле 2024 года оценивался в 30,86 млрд. долларов США, а к 2033 году достигнет 171,75 млрд. долларов. Стремительные темпы развития органопластиков обусловлены широким комплексом их функциональных свойств, превосходящих характеристики традиционных материалов, а также вариативным подходом к созданию изделия, начиная с моделирования его структуры и формы и заканчивая выбором технологий производства [2].

Неоспоримыми преимуществами добавления льняных волокон в состав композиционного материала является улучшение ряда функциональных показателей биокompозитов, удешевление их стоимости, снижение экологических последствий при их утилизации. Однако актуальной нерешенной проблемой является преодоление природной гидрофильности льноволокнистых материалов. Поглощение воды в парообразном или в жидком состоянии вызывает набухание волокна, а удаление сорбированной влаги приводит к усадке материала. Такие колебания геометрических параметров волокнистого наполнителя нарушают межфазные взаимодействия с полимерной матрицей, снижают уровень механической прочности и ускоряют старение композитной продукции. Предлагаемые химические методы гидрофобизации поверхности волокна позволяют снизить водопоглощение в 2 раза [3, 4]. Однако полностью блокировать все сорбционные центры в объеме волокна не удается.

В основе разрабатываемого подхода к созданию легкого и одновременно прочного влагостойкого композитного материала лежит технологический прием с реализацией принципов биомимикрии или биомиметики - технического воспроизведения идей и решений, заимствованных из живой природы. Примерами таких решений являются, в частности, водостойкие и самоочищающиеся полимерные покрытия, реализующие так называемый «эффект лотоса», или биомиметические мембранные материалы для медицины, копирующие избирательную проницаемость кутикулы (поверхностной оболочки) [5]. Известны варианты получения полимерных покрытий, имитирующих перламутровую структуру моллюсков, а также композитных материалов, копирующих строение стержня птичьих перьев или сотовую структуру панциря каракатицы [6].

Для решения задач развития абсолютной водостойкости биокompозитных материалов интересным и весьма подходящим объектом биомиметики является древесная часть льняного стебля – ксилема. Это проводящая ткань, которая имеет такой же набор биополимеров, что и льняное волокно, но обладает природной способностью не набухать в условиях постоянного контакта с влагой, впитываемой из почвы.

Добиться требуемого состояния клеточной стенки льняного волокна позволяет использование инновационных разработок, направленных на реализацию преимуществ ферментативных методов целенаправленного изменения его структуры [7, 8], а также прогрессивных технологий двухстадийного формования композитов с использованием на первой стадии маловязких связующих.

Формирование методологии биохимической предобработки льняного волокна осуществляется в комплексе с решением трех взаимосвязанных задач:

1) пространственно локализованное воздействие на структурные образования в лубяных пучках и в клеточной стенке льняного волокна, различающиеся микро- и наноразмерными параметрами, с целью повышения доступности внутренних мезопоровых пространств волокна для низковязкого связующего;

2) реализация прорывного метода применения продуктов регулируемой биодеструкции нецеллюлозных полисахаридов в качестве реагентов для протекания термоинициируемых редокс-превращений в макромолекулах лигнина;

3) стабилизация надмолекулярной структуры льняного волокна на основе способности низковязких олигоэфиракрилатов к химическому взаимодействию с реакционными центрами лигнина.

Для достижения поставленных задач изучено влияние отдельных полимерных компонентов углевод-белкового комплекса связующих веществ в структуре лубяного пучка и необходимой степени их разрушения на изменение параметров внутреннего объема мезопоровых пространств волокна и эффективность его заполнения жидкими полиэфиракрилатными смолами с показателями вязкости, не превышающими 250 мПа\*с. Определена требуемая степень дефрагментации полимерных сеток лигнина для образования достаточного количества реакционноспособных центров и обеспечения их доступности для взаимодействия с олигоэфиракрилатами. Процессы сополимеризации дополнительно активированы методами виброакустических воздействий применительно к условиям жидкостного и маломодульного способов ферментативной обработки льноволокнистого материала.

*Научные исследования выполнены при финансовой поддержке Российского научного фонда № 25-29-00078, <https://rscf.ru/project/25-29-00078/>.*

#### Список литературы

1. Biocomposites Market Size, Share, and Trends 2024 to 2033 [electronic resource]. URL: <https://www.precedenceresearch.com/biocomposites-market> (accessed: 16.12.2024).

2. Гладунова, О.И. Мировой и российский рынок полимерных композиционных материалов.

Тенденции и перспективы / О.И. Гладунова, А.А. Лысенко // Вестник СПбГУТД. Сер. 1. Естественные и технические науки. – 2021. – №2. – С. 96-100.

3. Bledzki, A.K. The effects of acetylation on properties of flax fibre and its polypropylene composites / A.K. Bledzki, A. Al-Mamun, M.M. Lucka-Gabor, V. Gutowski // Express Polym. Lett. – 2008. – V. 2. – N 6. – P. 413-422. – DOI: 10.3144/expresspolymlett.2008.50.

4. Joffre, T. Characterization of interfacial stress transfer ability in acetylation-treated wood fibre composites using X-ray microtomography / T. Joffre, K. Segerholm, C. Persson, S.L. Bardage, C.L. Hendriks, P. Isaksson // Ind.Crops Prod. – 2017. – V. 95. – P. 43-49. – DOI: 10.1016/j.indcrop.2016.10.009.

5. Wan, H. Fabrication and characterization of biomimetic plant cuticles from pullulan - graphene oxide (PU-GO) and beeswax - stearic acid (BW-SA) for Citrus Limon Rosso preservation / H. Wan, D.-W. Sun, Z. Zhu, L. Zeng // Int. J. Biol. Macromol. – 2024. – V. 254. – Pt. 2. – 127776. – DOI: 10.1016/j.ijbiomac.2023.127776.

6. Speck, O. Functional morphology of plants – a key to biomimetic applications / O. Speck, T. Speck // New Phytologist. – 2023. – V. 23. – N 3. – P. 950-956. – DOI: 10.1111/nph.17396.

7. Кокшаров, С.А. Сопоставление строения лигнина в лубяной и древесной частях льняного стебля и его превращений в присутствии серосодержащих восстановителей / С.А. Кокшаров, С.В. Алеева, Е.Н. Калинин // Известия вузов. Химия и химическая технология. – 2024. – Т. 67. №. 9. – С. 90-102. – DOI: 10.6060/ivkkt.20246709.7037.

8. Кокшаров, С.А. Модифицирование межфазного слоя армированных полимерных композитов нанодисперсным диоксидом кремния / С.А. Кокшаров, С.В. Алеева, Н.Л. Корнилова, Е.Н. Калинин // Перспективные материалы. – 2021. – №. 4. – С. 37-55. – DOI: 10.30791/1028-978X-2021-4-37-55.

## **ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ КАПСУЛИРОВАНИЯ КОКОСОВОГО МАСЛА ДЛЯ ПРИДАНИЯ ТЕКСТИЛЬНЫМ МАТЕРИАЛАМ ТЕРМОРЕГУЛИРУЮЩИХ СВОЙСТВ**

А.Ф. Алёхина, К.А. Ерзунов, О.И. Одинцова

Ивановский государственный химико-технологический университет, Россия, Иваново

Создание текстильных материалов с повышенными терморегулирующими свойствами является актуальной задачей в связи с растущим спросом на одежду, способную поддерживать комфортное состояние микроклимата организма человека. Спрос на такие изделия и материалы обусловлен стремлением потребителей к повышению удобства и функциональности одежды в различных климатических условиях и при активном образе жизни. Особое внимание уделяется материалам, модифицированным веществами с фазовым переходом (ВФП), которые обладают уникальной способностью поглощать и выделять тепло в процессе плавления и кристаллизации. Благодаря этим свойствам ВФП рассматриваются в качестве перспективных терморегулирующих агентов для отделки текстильных материалов. Однако прямое нанесение ВФП на волокнообразующий полимер затруднено из-за их слабой адгезии и тенденции к вымыванию с поверхности материала в ходе физико-химических воздействий. Для решения этой проблемы предложен метод микрокапсулирования – технология, в которой активные вещества заключаются в оболочки с определенными свойствами. Для веществ с фазовым переходом актуально получение наиболее прочных оболочек с минимальной проницаемостью, чтобы сохранить свойства ВФП как в процессе нанесения микрокапсул на текстильный материал, так и в процессе эксплуатации изделия. Кроме этого, микрокапсулирование позволяет получить частицы минимальных размеров, что обеспечивает равномерное распределение функционального вещества на текстильном материале. Формирование оболочки вокруг ВФП не только обеспечивает высокую степень фиксации на ткани за счет образования связей между активными группами сформированной оболочки капсулы и группами волокнообразующего полимера, но и сохраняет функциональность ВФП в течение длительного времени, защищая от внешних химико-физических воздействий, особенно таких как влага и химические вещества, применяемые в процессе стирки.

Важным аспектом в синтезе микрокапсул на основе ВФП является экологическая безопасность оболочкоформирующих материалов. В традиционных методах применяют соединения с высоким токсикологическим действием, такие как меламин и формальдегид, что ограничивает их использование. В связи с этим возрастает необходимость в разработке технологии микрокапсулирования с более безопасными веществами.

Целью исследования является разработка метода получения микрокапсул с кокосовым маслом в качестве ВФП, где в качестве оболочкоформирующих агентов предложено использование глиоксаля и мочевины. Микрокапсулы синтезированы методом местной полимеризации путем реакции поликонденсации компонентов оболочки. Были подобраны оптимальные соотношения реагентов, а также изучено влияние кислотных катализаторов на процесс их взаимодействия.

Установлено, что варьирование соотношения оболочкоформирующих веществ позволяет целенаправленно управлять размерными параметрами микрокапсул. При мольном соотношении глиоксаля и мочевины 5:1 образуются сферические микрокапсулы, средний размер которых не превышает 13 нм. Таким образом, предложенная бесформальдегидная методика синтеза микрокапсул с оболочкой на основе глиоксаля и мочевины демонстрирует высокий потенциал для создания экологически безопасных микрокапсул, пригодных для придания текстильным материалам терморегулирующих свойств.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (номер проекта FZZW2023-0008).*



## СИНТЕЗ ГАЛОГЕНИДА ТЕТРААЛКИЛАММОНΙΑ И ИССЛЕДОВАНИЕ ЕГО СВОЙСТВ КАК ТЕКСТИЛЬНО-ВСПОМОГАТЕЛЬНОГО ВЕЩЕСТВА

К.А. Антонова, А.П. Михайловская

Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна  
Россия, Санкт-Петербург

Галогениды тетраалкиламмония, имеющие в структуре длинный алифатический радикал, относятся к катионным поверхностно-активным веществам и находят широкое применение в качестве текстильно-вспомогательных веществ (ТВВ): смягчителей и антистатиков тканей, выравнивателей и интенсификаторов крашения. Некоторые четвертичные аммониевые соли обладают бактерицидной активностью. В России такие ТВВ получают в ограниченном ассортименте, поэтому внедрение новых и оптимизация уже известных способов синтеза этих веществ представляет практический интерес. Нами была разработана технология получения галогенида триэтил(триметил)алкиламмония в условиях электрофильного катализа и в среде органического растворителя по бимолекулярному нуклеофильному замещению [1], и по разработанной технологии синтезирован триэтилоктадециламмоний бромистый (ТЭОАБ). Т. к. свойства этого вещества в литературе не описаны, целью настоящей работы состояла в изучении свойств бромида триэтилоктадециламмония как ТВВ и оценка его применения в химической технологии текстильных материалов.

Для достижения поставленной цели были определены следующие методы исследования синтезированного ТЭОАБ: определение критической концентрации мицеллообразования (ККМ) сталагмометрическим методом, устойчивости к действию кислот и щелочей, пенообразующих, смягчительных и смачивающих свойств, оценка интенсифицирующего действия в процессах крашения текстильных материалов и антимикробного препарата.

Синтезированное вещество (ТЭОАБ) по реакции алкилирования триэтиламина бромистым октадецилом представляет собой белые кристаллы, хорошо растворимые в воде, температура плавления составляет 36 °С. Анализ ИК спектра и физических свойств позволяет утверждать, что полученное вещество – ТЭОАБ.

На рисунке 1 приведена зависимость поверхностного натяжения ( $\sigma$ ) от логарифма концентрации ( $\lg C$ ) водного раствора ТЭОАБ. Согласно полученным данным, значение ККМ для ТЭОАБ составило 0.69 ммоль/л, соответствующее значению  $\sigma = 0.074$  Дж/м<sup>2</sup>, что соотносится с литературными данными о значениях ККМ других солей аммония. Например, ККМ бромида триметилцетиламмония составляет 0.92 ммоль/л [2].

Оценка устойчивости ТЭОАБ к действию кислот и щелочей по помутнению и расслоению его растворов показала высокую устойчивость исследуемого КПАВ как в кислой, так и в щелочной среде. Это позволяет его использовать в процессах колорирования с разными классами красителей (кислотными, активными и т.п.), для фиксации которых требуется использование кислотных или щелочных агентов. Для оценки пенообразующей способности ТЭОАБ определили кратность пены и ее устойчивость после гомогенизации 5%-ного раствора вещества. Полученные значения (кратность пены 0.03, стабильность 30 мин) позволяет утверждать, что исследуемый КПАВ не обладает ярко выраженными пенообразующими свойствами.

На следующем этапе было осуществлено крашение хлопчатобумажной пряжи активным красителем (Reactive Red 198) по традиционной технологии периодическим способом с предварительным введением в красильную ванну ТЭОАБ концентрацией 0.6 ммоль/л. Полученная окраска характеризуется более высокой интенсивностью по сравнению с образцом пряжи, окрашенной без применения ТЭОАБ.

Оценка мягчительных свойств ТЭОАБ по отношению к тканям из натуральных и синтетических волокон показала, что ТЭОАБ можно применять как мягчитель хлопковой и льняной ткани. Для исследования ТЭОАБ в качестве препарата для антимикробной отделки текстильных материалов образцы окрашенной с применением ТЭОАБ и без него, а также неокрашенной хлопчатобумажной пряжи были подвергнуты действию микроорганизмов почвы и плесневых грибов. Установлено, что применение ТЭОАБ при крашении текстильных материалов из хлопка с одной стороны повышает устойчивость целлюлозы к действию плесневых грибов, а с другой стороны способствует биоразложению в естественных условиях окружающей среды – в почве.

На заключительном этапе данной работы характеризовали ТЭОАБ в качестве смачивателя. На рисунке 2 представлены зависимости краевого угла смачиваемости ( $\cos \theta$ ) раствора ТЭОАБ от его концентрации в водном растворе. Так,  $\cos \theta$  полиэфирной ткани раствором ТЭОАБ концентрацией равной ККМ приближается к 1, что говорит о хороших смачивающих свойствах исследуемого ПАВ.

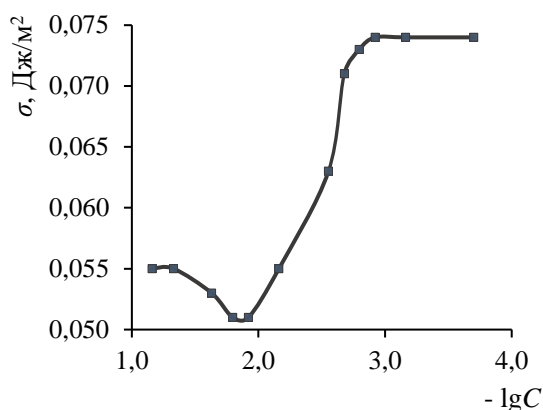


Рисунок 1. Зависимость поверхностного натяжения от концентрации водного раствора ТЭОАБ

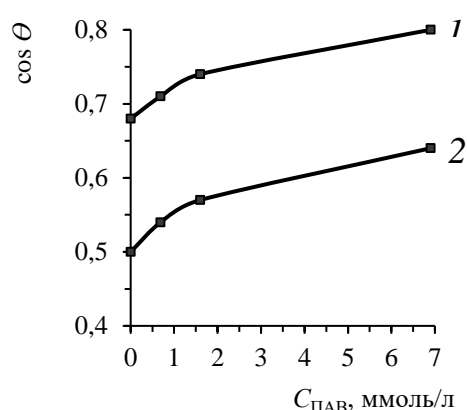


Рисунок 2. Изотермы смачивания ТЭОАБ: 1 – полиэфирная ткань; 2 –полипропиленовая ткань

Таким образом, проведенные исследования позволили определить основные аспекты применения бромид триэтилоктадециламмония в отделке текстильных материалов. Вещество имеет ККМ 0,69 ммоль/л, устойчиво в широком диапазоне pH и обладает слабо пенообразующими свойствами. Экспериментально установлено, ТЭОАБ можно использовать в отделке текстильных материалов из целлюлозных волокон в качестве интенсификатора крашения, мягчителя и как препарата для фунгицидной отделки. При крашении гидрофобных синтетических волокнистых материалов исследуемое ПАВ играет роль смачивателя.

#### Список литературы

1. Антонова, К.А. N-алкилирование третичных аминов в разных условиях / К.А. Антонова, К.И. Шиколенко, А.П. Михайловская // Вестник Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. Серия 1. Естественные и технические науки. – 2023. – №. 3. – С.137-140.
2. Baxter-Hammond, J. Determination of critical micelle concentrations by bipolar pulse conductance / J. Baxter-Hammond, C.R. Powley, K.D. Cook // Journal of colloid and interface science. – 1980. – V. 76. – N 2. – P. 434-438.

## ТЕРМОХРОМНЫЕ СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ КРИСТАЛЛИЧЕСКОГО ФИОЛЕТОВОГО ЛАКТОНА

М.А. Бакаева, Е.С. Сашина

Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна,  
Россия, Санкт-Петербург

Термохромные материалы – это материалы, способные изменять свой цвет в зависимости от изменения температуры [1]. Термохромная красящая композиция состоит из трех компонентов: красителя (кристаллического фиолетового лактона, растворителя (жирного спирта, углеводов) и проявителя (донора протонов). С помощью подбора растворителя достигается требуемая температура цветового перехода, что способствует применению таких красителей для различных температурных диапазонов. Такие красители можно применять везде, где необходим контроль температуры. Например, в строительстве, медицине, спецодежде и т.д. Перспективным направлением для использования термохромных материалов является «умный» текстиль.

Принято считать, что за изменение цвета в этих системах отвечает реакция переноса протона между красителем и проявителем (рисунок).

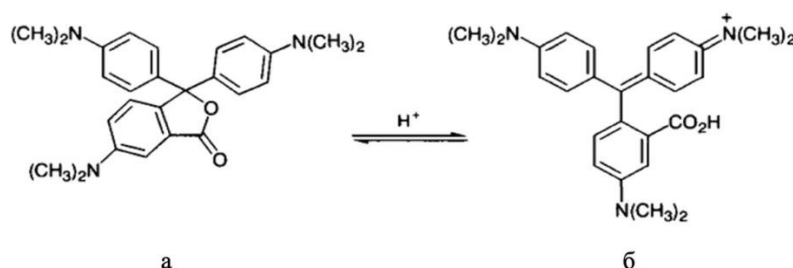


Рисунок. Зависимость кристаллического фиолетового лактона от pH:  
а – неокрашенный (pH>4); б – окрашенный (pH<4)

Чаще всего в качестве проявителя для термохромных систем на основе кристаллического фиолетового лактона используют бисфенол А. Однако это вещество относится к 3 классу опасности и его запрещено использовать при производстве пищевого пластика и детских игрушек [2]. В качестве проявителей так же предлагалось использовать макроциклические соединения [1], крезоловый красный, п-дигидроксибензол, метилпропилфенол, фенолпропеную кислоту, п-метилфенол, фенолфталеин, м-нитробензойную кислоту, пропилгаллат и м-аминобензойную кислоту [3]. Однако не один из вариантов не перешел в промышленные масштабы. Поэтому поиск нетоксичных проявителей для термохромных красящих композиций на основе кристаллического фиолетового лактона остается актуальной задачей.

Нами предложены такие проявители, как производное тетразола [4] и апротонное соединение, относящееся к кислотам Льюиса. В ходе исследований выяснено, что оба предложенных проявителя дают схожие по характеристикам результаты с классическим проявителем бисфенолом А, но имеют меньшую токсичность [5].

## Список литературы

1. Sriphalang, S. Reversible Coloring/Decoloring Reactions of Thermochromic Leuco Dyes Controlled by a Macrocyclic Compound Developer / S. Sriphalang, [et al.] // Research Square. – 2022. – P. 1-19.

2. Aklujkar, P.S. A review of microencapsulated thermochromic coatings for sustainable building applications / P.S. Aklujkar, B. Kandasubramanian // J. Coat. Technol. Res. – 2021. – V. 18. – P. 19-37.

3. Zhu, C.F. Studies on the synthesis and thermochromic properties of crystal violet lactone and its reversible thermochromic complexes / C.F. Zhu, A.B. Wu // Thermochimica Acta. – 2005. – V. 425 (1-2). – P. 7-12.

4. Патент №2813709С1 Российская Федерация, МПК C09D5/26 C09K9/02. Термохромная пигментная композиция: 2023112699: заявл. 16.05.2023: опубл. 15.02.2024 / Л.В. Мызников, Д.Д. Волкова, Е.С. Сашина; ФГБОУ ВО «Государственный университет промышленных технологий и дизайна».

5. Бакаева, М.А. Получение и исследование термохромных композиций для крашения волокнистых материалов / М.А. Бакаева, Е.С. Сашина // Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоемкие технологии и материалы (SMARTEX). – 2024. – № 1. – С. 24-29.

UDC 627.027.4

## **DYEING WOOLEN TEXTILE MATERIALS WITH NATURAL DYES**

G.B. Bekbatyr, K.Zh Dyussenbiyeva  
Almaty Technological University, Kazakhstan, Almaty

Recently, there has been an increasing interest in research in the field of the use of natural dyes for dyeing textile materials. Interest in such dyes is primarily associated with their environmental friendliness, renewable sources of raw materials, natural harmony of the color palette and high color fastness [1].

One of the most promising areas is the dyeing of wool - a natural protein fiber with a high ability to fix natural pigments. The interest is explained by the environmental friendliness of the dyes used, the renewability of the raw material base, the soft and harmonious color scheme, as well as the high color fastness if the correct technology is followed [2,3].

Natural dyes obtained from plants (leaves, roots, fruits, bark), insects and fungi have been used by mankind for thousands of years. In recent decades, their use has become relevant again due to the transition to environmentally friendly technologies and consumer demand for «green» textiles. However, dyeing wool with natural dyes requires a thorough understanding of chemical processes, including the selection of mordants, fixation conditions, dye sources and fiber type.

To obtain a rich color during boiling, special substances are often used - mordants. They enhance the durability of the dye and fix it on the wool. In order to make the color more saturated, mordant is added to the prepared solution - special substances that increase the durability of the dye on the wool. Thanks to mordants, wool fibers become less sensitive to light and moisture. Mordants can be chemical and natural.

Chemical mordants (mordants) inorganic compounds, often containing salts of heavy metals, alum (aluminum salts) - the most common, iron sulfate (iron sulfate) - gives dark, muted tones; copper sulfate – enhances green and blue shades; chromium salts (less popular due to toxicity).

Natural (organic) mordants are used in eco-friendly dyeing of fabrics – especially in craft and traditional practices [4]. They are based on natural tannins, acidic solutions and fermented mixtures. Tannin (from tree bark, nuts, leaves, pomegranate); soybeans (in the form of paste or milk); rhubarb, chamomile, pomegranate peel are sources of natural acids and tannins; ash, vinegar, lemon juice - as fixing agents.

The process of dyeing wool with natural dyes includes several stages: fiber preparation (cleaning), dye extraction, coloring, dyeing itself and color fixation. Each of these steps requires optimizing conditions such as temperature, pH of the environment, dye and mordant concentration, and exposure time [5].

The article discusses the features of dyeing wool fibers with natural dyes of plant origin: dandelion, chamomile, St. John's wort figure 1. To obtain a coloring substance, it is necessary to grind plant raw materials and boil in water (some sources recommend using rain or distilled moisture) over low heat until the decoction acquires a rich color. The coloring solution must be drained, and the fabric can be boiled in ready-made ecological paint. The article discusses the features of dyeing wool fibers with natural dyes of plant origin: dandelion, chamomile, St. John's wort figure. To obtain a coloring substance, it is necessary to grind plant raw materials and boil in water (some sources recommend using rain or distilled moisture) over low heat until the decoction acquires a rich color. The coloring solution must be drained, and the fabric can be boiled in ready-made ecological paint.



Figure. Dyed wool textile materials natural dyes

The advantages and limitations of the use of natural dyes in the context of environmental safety, color stability and technological applicability are analyzed. Particular attention is paid to the role of mordants in the dyeing process and the influence of different types of raw materials on the color characteristics of fabrics. The use of natural dyes and biomordants helps to reduce environmental pollution, reduce waste toxicity and improve the safety of production processes. In addition, many of the plants used are renewable resources, making the dyeing process more sustainable and cost-effective.

#### References

1. Haji, A. Wool dyeing with Hermal seed as a natural dye: Investigation of influencing factors using response surface methodology / A. Haji // *Journal of Color Science and Technology*. — 2021. — V. 14. — N 1. — P. 1–10. — DOI: <https://doi.org/10.1007/s12221-023-004151>.
2. Özdemir, H. Dyeing of wool yarn with natural dyes of *Lactarius deliciosus* and *L. sanguifluus* from Turkey / H. Özdemir, F. Bozok // *Textile and Apparel*. — 2020. — V. 30. — N 4. — P. 262–269. — DOI: <https://doi.org/10.32710/tekstilvekonfeksiyon.638244>.
3. Nadeem, T. Sustainable dyeing of wool and silk with *Conocarpus erectus* L. leaf extract for the development of functional textiles / T. Nadeem, K. Javed, F. Anwar, M.H. Malik, A. Khan // *Sustainability*. — 2024. — V. 16 (2). — N 2. — Article № 811. — DOI: <https://doi.org/10.3390/su16020811>.
4. Rather, L.J. Green dyeing of woolen yarns with weld and madder natural dyes in the presence of biomordant / L.J. Rather, S. Ul-Islam, M. Shabbir, M.N. Bukhari, F. Mohammad, M.A. Khan, F. Khan // *Progress in Color, Colorants and Coatings*. — 2021. — V. 14. — N 1. — P. 5–15. — DOI: <https://doi.org/10.1001.1.20082134.2021.14.1.4.5>.
5. Haji, A. Response surface methodology optimized dyeing of wool with cumin seeds extract improved with plasma treatment / A. Haji, S.S. Qavamnia // *Fibers and Polymers*. — 2015. — V. 16. — N 1. — P. 46–53. — DOI: <https://doi.org/10.1007/s12221-015-0046-5>.

## РАЗРАБОТКА ОГНЕЗАЩИТНОЙ ОТДЕЛКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МИКРОКАПСУЛИРОВАННЫХ ПРЕПАРАТОВ

А.В. Богатырев<sup>1</sup>, А.С. Федоринов<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ивановский государственный химико-технологический университет, Россия, Иваново

<sup>2</sup>Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, Россия, Иваново

Значимым достижением отечественной науки является создание микрокапсулированных текстильных вспомогательных веществ, в том числе для огнезащиты тканей [1-3]. Уникальный механизм реагирования микрокапсул на термическую стимуляцию, вызывающий высвобождение материалов ядра при изменении температуры, наделяет эти микрокапсулированные препараты исключительными свойствами, отсутствующими во многих обычных структурных материалах типа «ядро-оболочка». Учитывая способность микрокапсул воспринимать и адаптироваться к изменениям окружающей среды без ручного вмешательства, текстильные материалы с огнезащитными свойствами, обработанные с использованием микрокапсулированных препаратов, позволяют предотвратить возгорание и развитие пожаров в небольших ограниченных пространствах.

В случаях, когда температура окружающей среды, в которой располагается текстильный материал, обработанный микрокапсулированными препаратами, испытывает аномальное повышение (например, из-за первоначального возгорания горючих материалов), материал внешней стенки микрокапсул достигает своей точки плавления. Этот выброс инициирует активацию основных материалов, обладающих огнестойкими свойствами, тем самым предотвращая дальнейшее возникновение пожара [4].

Цель исследования состояла в разработке композиций с использованием капсулированных огнезащитных препаратов для отделки текстильных материалов технического назначения. В качестве основного компонента состава были выбраны полиорганосилоксаны отечественного и импортного производства. Эти препараты имеют высокую термическую стабильность, практически не изменяют физико-химические свойства под действием низких температур, атмосферного воздействия и солнечного света. Для обработки были выбраны хлопчатобумажные хлопкополиэфирные саржи. Подобраны эффективные концентрационные параметры полиорганосилаксанов в печатной композиции.

Показано, что введение в систему капсулированного хладона в количестве 0,8-1,0% позволяет повысить температуру начала термического разложения в среднем на 20 -25 градусов при этом коксовый остаток составляет 16,8 %, что в 15 раз превышает значение для исходного образца. Образцы характеризуются длиной обугленного участка-80 мм, время воспламенения -12 сек., время остаточного горения 72 сек (ГОСТ Р 53264-2009).

Установлено, что обработанные текстильные материалы являются водо-, маслонепроницаемыми, не изменяют свойств при хранении в условиях низких температур (-40°C).

*Работа выполнена в рамках Государственного задания на выполнение НИР, тема № FZZW-2023-008.*

### Список литературы

1. Одинцова, О.И. Микрокапсулирование биологически активных веществ и их использование для функционализации текстильных материалов / О.И. Одинцова, Л.С. Петрова, О.В. Козлова // Изв. вузов. Технология Текстильной промышленности. –2018. – №. 4. –С. 85-89.
2. Одинцова, О.И. Использование метода микроэмульсионного капсулирования для придания текстильным материалам акарицидных свойств / О.И. Одинцова, А.А. Прохорова (А.А. Липина), Е.Л. Владимирцева, Л.С. Петрова // Изв. вузов. Технология Текстильной промышленности. – 2017. – Т. 367. – №. 1. – С. 332-336.

3. Одинцова, О.И. Отделка текстильных материалов микрокапсулами и наночастицами функциональных веществ / О.И. Одинцова, Е.Л. Владимирцева, О.В. Козлова, С.В. Смирнова, А.А. Липина, Л.С. Петрова, К.А. Ерзунов, З.А. Константинова, А.Р. Зимнуров, Ф.А. Быков, А.Г. Мельников // Известия высших учебных заведений. Серия: Химия и химическая технология. – 2023. – Т. 66. – №. 7. – С. 173-184.

4. Liu, H. Preparation and thermal responsiveness of microencapsulated fluorinated liquids for automatic fire extinguishing / H. Liu [et al.] // Heliyon. – 2024. – Т. 10. – №. 5. – DOI: 10.1016/j.heliyon.2024.e27454.

УДК 677.017.633.2:678.043.53

## **ГИДРОКСИЛСОДЕРЖАЩИЕ ПОЛИМЕТИЛСИЛСЕСКВИОКСАНЫ В КАЧЕСТВЕ ЭФФЕКТИВНЫХ МОДИФИКАТОРОВ ХЛОПЧАТОБУМАЖНЫХ ТКАНЕЙ**

Д.М. Борисова<sup>1</sup>, И.Б. Мешков<sup>1</sup>, К.М. Борисов<sup>1</sup>, Т.Ю. Кумеева<sup>2</sup>, А.А. Калинина<sup>1</sup>, Н.П. Пророкова<sup>2</sup>, А.М. Музафаров<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Институт синтетических полимерных материалов им. Н.С. Ениколопова Российской академии наук, Россия, Москва

<sup>2</sup>Институт химии растворов им. Г.А. Крестова Российской академии наук, Россия, Иваново

Развитие исследований в области гидрофобных текстильных материалов привело к появлению тканей с уникальными свойствами, такими как отталкивание грязи [1], самоочистка [2, 3], дышащая и водоотталкивающая ткань [4]. Обработка ткани различными гидрофобизаторами позволяет снизить деградацию волокон, за счет уменьшения количества поглощенной воды, улучшает прочностные характеристики ткани, что несомненно, увеличивает срок ее службы [5]. За последние два десятилетия появилось множество различных эффективных обработок как исходных нитей, так и финальной отделки готовой ткани [5].

Кремнийорганические соединения находят широкое применение для поверхностной и объемной обработки различных материалов. Для обработки текстильных материалов в основном используются линейные полидиорганосилоксаны – полидиметилсилоксаны и полиметил- или полиэтилгидросилоксаны. [6].

Одним из важных классов полиорганосилоксанов являются полиорганосилсесквиоксаны, которые могут образовывать структуры разного строения: разветвленного, лестничного, каркасного, полициклического (или наногелевого), случайные и некоторые другие [7]. Однако их использование в качестве модификаторов текстиля не нашло применение, что объясняется сложностью направленного синтеза таких структур традиционными методами, основанными на гидролитической поликонденсации органохлорсиланов.

Современный уровень развития химии силиконов делает возможным направленный синтез полиорганосилсесквиоксанов заданного состава и строения с регулируемыми молекулярно-массовыми характеристиками и содержанием функциональных групп. Так, гидролитическая поликонденсация метилтриэтоксисилана под давлением и в активной среде является актуальным и универсальным «зеленым» методом синтеза полиметилсилсесквиоксановых структур [8]. В результате гидролиза метилтриэтоксисилана под давлением могут быть получены разветвленные высокофункциональные метилсилсесквиоксановые олигомеры, стабильные в водно-спиртовой среде, содержащие остаточные реакционноспособные алкокси- и гидроксигруппы в количестве от 7 до 8 масс. % и от 10 до 15 масс.%, соответственно. Поликонденсацией метилтриэтоксисилана в активной среде уксусной кислоты возможно формирование метилсилсесквиоксанов наногелевой структуры с содержанием гидроксильных групп от 2 до 4 масс.%. Наличие реакционноспособных групп в этих соединениях делает перспективным их использование в качестве модификаторов поверхности хлопчатобумажных тканей.

В данной работе будет исследовано влияние структуры полиметилсилсесквиоксанов, полученных в активной среде и под давлением на гидрофобизирующие свойства хлопчатобумажных тканей.

В ходе синтеза были получены четыре гидрофобизирующие жидкости, отличающиеся молекулярной массой и количеством функциональных групп. Структуры гидрофобизаторов приведены на рисунке.

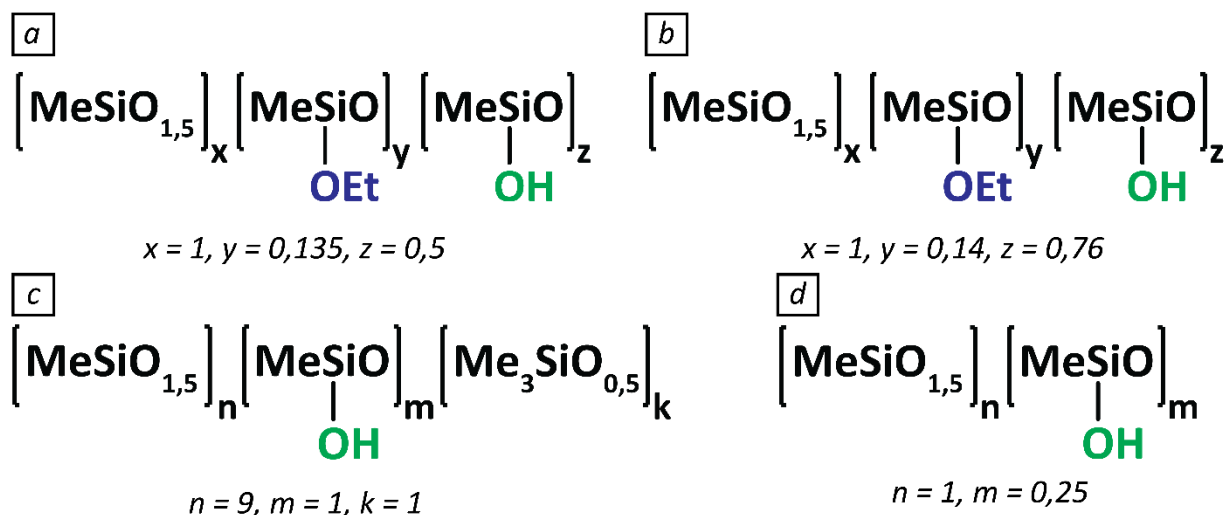


Рисунок. Структурные формулы гидрофобизаторов. а – ПМССО (1:6), б – ПМССО (1:1,5), в – МТ, д – М1

Использование гидроксилсодержащих полиметилсилсесквиоксанов в качестве гидрофобизаторов позволяет изменить тактильные свойства ткани, улучшает их внешний вид, придает им гидрофобные свойства и низкое водопоглощение. В докладе будут представлены результаты исследования влияния структуры метилсилсесквиоксанов на свойства хлопчатобумажных тканей в сопоставлении с традиционными аналогами.

*Работа выполнена при финансовой поддержке РНФ № 21-73-30030\_П.*

#### Список литературы

1. Wang, J. Hydrothermal fabrication of robustly superhydrophobic cotton fibers for efficient separation of oil/water mixtures and oil-in-water emulsions / J. Wang, F. Han, B. Liang, G. Geng // J. Ind. Eng. Chem. – 2017. – V. 54. – P. 174–183.
2. Sasaki, K. Asymmetric superhydrophobic /superhydrophilic cotton fabrics designed by spraying polymer and nanoparticles / K. Sasaki, M. Tenjimabayashi, K. Manabe, S. Shiratori // ACS Appl. Mater. Interfaces. – 2016. – V. 8. – P. 651–659.
3. Huang, J.Y. Robust superhydrophobic  $\text{TiO}_2$ @fabrics for UV shielding, self-cleaning and oil–water separation / J.Y. Huang, S.H. Li, M.Z. Ge, L.N. Wang, T.L. Xing, G.Q. Chen, X.F. Liu, S.S. Al-Deyab, K.Q. Zhang, T. Chen, Y.K. Lai // J. Mater. Chem. A. – 2015. – T. 3. – P. 2825–2832.
4. Mazzon, G. Hydrophobic treatment of woven cotton fabrics with polyurethane modified aminosilicone emulsions / G. Mazzon, M. Zahid, J. A. Heredia-Guerrero [et al.] // Applied Surface Science. – 2019. – V. 490. – P. 331–342.
5. Aslanidou, D. Superhydrophobic, superoleophobic coatings for the protection of silk textiles / D. Aslanidou, I. Karapanagiotis, C. Panayiotou // Progress in Organic Coatings. – 2016. – V. 97. – P. 44–52.
6. Reddy, N. Effect of Structures and Concentrations of Softeners on the Performance Properties and Durability to Laundering of Cotton Fabrics / N. Reddy, A. Salam, Y. Yang // Ind. Eng. Chem. Res. – 2008. – V. 47. – P. 2502–2510.



7. Baney, R. H. Silsesquioxanes / R.H. Baney, M. Itoh, A. Sakakibara, T. Suzuki // Chemical Reviews. – 1995. – V. 95. – N 5. – P. 1409–1430.

9. Калинина, А.А. Гидролитическая поликонденсация метилтриалкоксисиланов под давлением / А.А. Калинина [и др.] // Известия Академии наук. Серия химическая. – 2016. – №. 4. – С. 1104-1109.

УДК 531.43

## **ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ТРИБОТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТЕКСТИЛЬНЫХ КОМПОЗИТОВ ПРИ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ С НЕИОНОГЕННЫМИ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫМИ ВЕЩЕСТВАМИ**

О.В. Блинов<sup>1</sup>, В.Б. Кузнецов<sup>2</sup>, Е.Н. Калинин<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Ивановский государственный энергетический университет, г. Иваново, Россия

<sup>2</sup> Ивановский государственный политехнический университет, г. Иваново, Россия

В работе представлены результаты экспериментального и теоретического исследования факторов, влияющих на триботехнические характеристики текстильных материалов в условиях их взаимодействия с растворами неионогенных поверхностно-активных веществ (НПАВ), применяемых в текстильно-химической обработке.

Объектами исследования выступали ткани на основе целлюлозных волокон, а также композитные и металлические материалы, образующие с тканями пары трения. Изучены особенности изменения коэффициента трения при взаимодействии сухих тканей и тканей, обработанных растворами НПАВ, с металлическими поверхностями технологического оборудования.

С целью количественной оценки триботехнических характеристик была разработана экспериментальная установка, обеспечивающая прецизионное измерение коэффициента трения, что позволило повысить точность получаемых данных и расширить возможности анализа трибологических взаимодействий в текстильных системах [1]. В теоретической части исследования применялись методы численного моделирования, в том числе с использованием программного комплекса *HyperChem* [3, 4].

В результате комплексного анализа — включающего экспериментальные данные, результаты моделирования, справочные источники и обзор научных публикаций — были выявлены следующие ключевые факторы, влияющие на триботехническое поведение тканевых материалов:

- **Физико-химические свойства НПАВ.** Установлено, что наличие НПАВ в рабочей среде способствует снижению силы трения за счёт модификации межфазного взаимодействия между тканью и металлической поверхностью. Наиболее значимыми параметрами НПАВ являются плотность, краевой угол смачивания, гидрофильно-липофильный баланс (ГЛБ), концентрация, а также поверхностная энергия раствора ( $\gamma_L$ ) [5–7]. Повышение  $\gamma_L$  коррелирует с увеличением силы трения, что обусловлено усилением адгезионного взаимодействия между поверхностями.
- **Трибоэлектрические эффекты.** При трении наблюдается генерация электростатических зарядов, интенсивность которой зависит от природы материалов и их положения в трибоэлектрическом ряду [8]. Введение в состав материала электропроводящих компонентов (например, углеродных волокон, наночастиц металлов) позволяет снижать накопление зарядов и, соответственно, уменьшать силу трения.
- **Структурные характеристики ткани.** Линейная плотность волокон, плотность нитей и характер микротекстуры оказывают существенное влияние на трибологические свойства тканей. Ткани с более плотной структурой демонстрируют меньший коэффициент трения за счёт равномерного распределения контактной нагрузки и снижения локальных деформаций [6, 7].

Полученные результаты представляют интерес для оптимизации условий текстильно-химической обработки, направленной на снижение износа оборудования и повышение эксплуатационных свойств готовых изделий.

#### Список литературы

1. Патент РФ № 2833787. Способ определения триботехнических свойств гибких материалов и устройство для его осуществления: №2024117032: завл. 19.06.2024: опубл. 28.01.2025 / О.В. Блинов, В.Б. Кузнецов, Е.Н. Калинин, В.В. Тютиков; патентообладатель Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина" (ИГЭУ). – 11 с.
2. Годлевский, В.А. Экспресс-метод анализа трибологических свойств текстильной структуры полимерного наполнителя с учётом факторов внешнего воздействия / В.А. Годлевский, В.Б. Кузнецов, О.В. Блинов, Е.Н. Калинин // Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоемкие технологии и материалы (SMARTEX). — 2020. — № 1. — С. 35–40.
3. Блинов, О.В. Молекулярное моделирование триботехнических свойств водных растворов неионогенных поверхностно-активных веществ / О.В. Блинов, В.Б. Кузнецов, Е.Н. Калинин, В.А. Годлевский, С.А. Нефедов // Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоемкие технологии и материалы (SMARTEX). — 2022. — №. 1. — С. 36–41.
4. HyperChem 8.0 – Molecular Modeling System [Электронный ресурс]. – Gainesville: Hypercube, Inc., 2007. – Режим доступа: <https://www.hyper.com>
5. Саймон З. Основы молекулярного моделирования / пер. с англ. – М.: Мир, 2005. – 384 с.
6. Li, D. The influence of surface energy on friction between textiles and solid surfaces / D. Li, R.K. Bai // Journal of Applied Polymer Science. – 2019. – V. 136. – N 20. – 47583.
7. Кузнецов, В.Б. Влияние поверхностного натяжения раствора неионогенного поверхностно-активного вещества на триботехнические свойства тканого наполнителя волокнистого композита / В.Б. Кузнецов, О.В. Блинов, А.В. Баранов, Е.Н. Калинин // Технология текстильной промышленности. – 2023. – №. 3 (405). – С. 168-173.
8. Luo, N. Controlling the tribological behavior at the friction interface by regulating the triboelectrification / N. Luo, Y. Feng, L. Zhang, W. Sun, D. Wang, X. Sun, F. Zhou, W. Liu // Nano Energy. — 2021. — V. 87. — 106183. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.nanoen.2021.106183>.
9. Liao, C. The cooperatively crosslinking between GO-COOH/TiO<sub>2</sub>@PAO microcapsules and polyimide to improve the mechanical and tribological properties of PEEK/PI composites / C. Liao [et al.] // Tribology International. – 2024. – V. – 191. – 109209. – DOI: 10.1016/j.triboint.2023.109209.
10. Wang, L. Electrostatic charging of fabrics in friction processes: Effect of material properties and environmental humidity / L. Wang, C. Wang // Journal of Electrostatics. – 2017. – V. 89. – P. 47–52.

УДК 001(38+92)

#### **ПОВЫШЕНИЕ НАУЧНОЙ ПУБЛИКАЦИОННОЙ АКТИВНОСТИ В СОВРЕМЕННЫХ РЕАЛИЯХ**

О.С. Бурлука

*Издательство «БОС», Москва, Россия*

В настоящее время публикационная активность становится необходимым условием успешной профессиональной деятельности ученого. Это обусловлено как ужесточением требований к качеству и количеству научных материалов, так и снижением государственного финансирования исследовательской деятельности. Особенно важна эта тема для аспирантов и

докторантов, что связано с необходимостью публикации статей в журналах, рекомендованных ВАК РФ и изданием монографий.

#### **Цель.**

Выявление ключевых барьеров и возможностей, влияющих на доступность и качество научных публикаций на основе анализа тенденций и стратегий, способствующих повышению научной публикационной активности в современных социально-экономических условиях.

#### **Задачи.**

Анализ текущего состояния научного цитирования и публикационного процесса.

Оценка факторов, влияющих на эффективность публикационной активности научных работников.

Статистический анализ показателей публикационной активности российских и зарубежных авторов.

#### **Основные положения.**

Тенденции современной наукометрии: индексы Хирша, импакт-фактор журналов, библиометрические показатели цитируемости и т.п.

Основные барьеры публикации научных работ:

- личные барьеры: недостаточное знание работы с программами и базами данных, отсутствие уверенности в навигации по Интернету, языковой фактор, неправильная подача материала, низкий уровень методологии исследований.
- общие барьеры: современная социально-экономическая ситуация в мире, навязывание отечественной науке зарубежных идентификаторов, нехватка российского программного обеспечения и аналитических платформ для сбора и анализа информации.

Важнейшие этапы подготовки публикации:

- выбор издательства и издания;
- оформление рукописи;
- рецензирование предоставленных материалов и пострецензионная работа.

Продвижение материалов в сети Интернет.

Инструменты поддержки публикационной активности: использование аналитических платформ, научных социальных сетей, баз данных и т.п.

#### **Практическая значимость и ожидаемые результаты.**

В результате даются конкретные рекомендации и стратегии для исследователей и научных учреждений, направленные на:

- преодоление существующих барьеров, влияющих на публикационную активность, и способствующие повышению качества научных публикаций, улучшению видимости и доступности исследований, а также формированию эффективных сетей сотрудничества между учеными;
- разработку программ повышения квалификации, создания информационных ресурсов и платформ;
- формирование государственной политики в области науки и образования.

#### **Заключение.**

Успешное развитие профессионального потенциала ученого связано с активным участием в научно-производственном сообществе и высокой эффективностью публикационной деятельности. Для достижения результатов важно учитывать современные тенденции наукометрии, использовать передовые инструменты анализа и поддерживать постоянный обмен опытом между исследователями.

УДК 677.047.52

### **ООО «ЗАВОЛЖСКИЙ ПИГМЕНТ» - ПРОИЗВОДСТВО, РЕАЛИЗАЦИЯ ПИГМЕНТОВ, КРАСИТЕЛЕЙ И ХИМИЧЕСКИХ ПОЛУПРОДУКТОВ**

О.А. Виноградова

ООО «Заволжский пигмент», Россия, Иваново

Пигментная печать — не только самый старый, но и самый простой способ печати с точки зрения простоты применения [1]. Производство пигментных паст играет важную роль на этапе колорирования текстильного материала. Пигменты подходят для самого широкого ассортимента текстильных материалов из хлопка, гидратцеллюлозных волокон, а также смеси этих волокон с полиэфирами.

ООО «Заволжский пигмент» работает с 2005 года и является одним из ведущих российских производителей пигментных паст для текстильных, лакокрасочных материалов, кожи, бетонов, ПВХ материалов, композитов и т.д.;

На предприятии используют оборудование от немецкой фирмы «NETZSCH». Пигментные пасты, выпускаемые ООО «Заволжский пигмент» являются тонкодисперсными, что обеспечивает их высокую красящую способность и, как следствие, снижение расхода при колеровке. Пигментные пасты имеют широкую цветовую гамму, низкое содержание электролитов или их отсутствие, являются неиногенными. Пигментные пасты для текстиля производятся под торговой маркой «Принтекс», «Экотекс». Принтексы представляют собой тонкодисперсные пасты на водной основе с содержанием пигмента от 30 до 50%.

Компания «Заволжский Пигмент» сотрудничает с целым рядом известных производителей и поставщиков различного рода химического сырья и оборудования. Прямые поставки с заводов-производителей Китая, Индии позволяют формировать конкурентоспособную ценовую политику предприятия. ООО «Заволжский пигмент» выступает дилером активных красителей Индийской фирмы «APAN IMEX». В каталоге представлены моноклортриазиновые, винилсульфоновые и бифункциональные активные красители. Широкая цветовая гамма, большой выбор чистых красителей и смесовых.

Компания предоставляет своим клиентам широкий спектр услуг: от ответственного хранения и логистики до технологической и информационной поддержки.

#### Список литературы

1. El-Molla, M.M. Development of ecofriendly binders for pigment printing of all types of textile fabrics / M.M. El-Molla, R. Schneider // *Dyes and Pigments*. – 2006. – Т. 71. – N 2. – С. 130-137.
2. Dessie, A. The role of binders and its chemistry in textile pigment printing / A. Dessie, B. Eshetu // *Journal of Textile Science & Engineering*. – 2021. – Т. 11. – N 1. – С. 1-6.

УДК 677.027.43

### **ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПЕРИОДИЧЕСКОГО КРАШЕНИЯ ЦЕЛЛЮЛОЗНЫХ ВОЛОКОН АКТИВНЫМИ КРАСИТЕЛЯМИ**

А.С. Власова, А.П. Михайловская

Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна,  
Россия, Санкт-Петербург

Активные красители за счет образования ковалентной связи с целлюлозой позволяют получать окраски, устойчивые к стирке и трению. С другой стороны, они гидролизуются в водной среде, а гидролизованная форма красителей не закрепляется на волокнистом субстрате. Решить проблему гидролиза активных красителей пытаются разными способами, например, используют более устойчивые к гидролизу полифункциональные красители [1]. Одним из перспективных решений проблемы является поиск интенсификаторов крашения, при этом роль интенсификатора могут играть поверхностно-активные вещества (ПАВ) разной природы [2]. На кафедре химических технологий имени проф. А. А. Хархарова Санкт-Петербургского государственного университета промышленных технологий и дизайна в

качестве интенсификаторов крашения текстильных материалов из целлюлозы исследуют ПАВ катионного типа на основе четвертичных аммониевых солей [3]. В настоящей работе сделано предположение, что не только галогениды аммония, но алкилзамещенные соли пиридиния также могут интенсифицировать крашение целлюлозных волокнистых материалов активными красителями. Таким образом, цель настоящей работы состояла в сравнении интенсифицирующего действия галогенидов аммония и пиридиния с длинным алифатическим радикалом в процессе крашения различных целлюлозных волокон активным красителем периодическим способом.

В качестве объектов исследования служили волокна из хлопка, льна, крапивы, конопли и интенсификаторы крашения хлорид N-цетилпиридиния и бромид триметилцетиламмония. Волокна окрашивали бифункциональным красителем Reactive Red 198 по традиционной технологии. Колориметрические свойства оценивали по координатам цвета в системе *CIELab* с применением спектроколориметра RM200QC, устойчивость окрасок определяли в соответствии с ГОСТ 9733.4–83 (к стирке) и ГОСТ 9733.6-83 (к поту).

Сравнительное окрашивание образцов показало, что применение галогенидов триметилцетиламмония и цетилпиридиния увеличивает окрашиваемость всех исследуемых целлюлозных волокон, однако, устойчивость полученных окрасок к стирке и трению различна. Самыми низкими баллами 3/4/4 характеризуются образцы, окрашенные с применением хлорида N-цетилпиридиния. Возможно, это связано с наличием взаимодействия интенсификатора с красителем, что вызывает агрегацию частиц на поверхности волокна. Выделенные агрегаты в водном растворе в условиях крашения без участия волокнистого материала представлены на рисунке 1. Для установления наиболее вероятного механизма взаимодействия молекул красителя с солью пиридиния в водном растворе их исследовали методом ИК спектроскопии с преобразованием Фурье (спектрометр FTIR-8400S, Shimadzu).

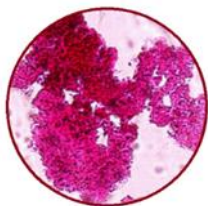


Рисунок 1. Фотографии частиц взаимодействия хлорида N-цетилпиридиния с красителем Reactive Red 198 (микроскоп МИКМЕД-6)

Анализ ИК спектров индивидуальных компонентов (интенсификатора и красителя) и продукта их взаимодействия показал, что полоса поглощения в высокочастотной области смещается (для красителя  $3460\text{ см}^{-1}$ , для соли пиридиния  $3380\text{ см}^{-1}$ , для продукта их взаимодействия  $3410\text{ см}^{-1}$ ) и меняется по ширине. Также полосы поглощения при  $1580$ ,  $991$ ,  $746\text{ см}^{-1}$ , характерные для сульфогрупп красителя, на ИК спектре агрегата практически отсутствуют. Т.е. наиболее вероятным механизмом взаимодействия молекул красителя с солью пиридиния в водном растворе представляется агрегирование частиц за счет ионизированных сульфогрупп хромофора и азотсодержащих катионов.

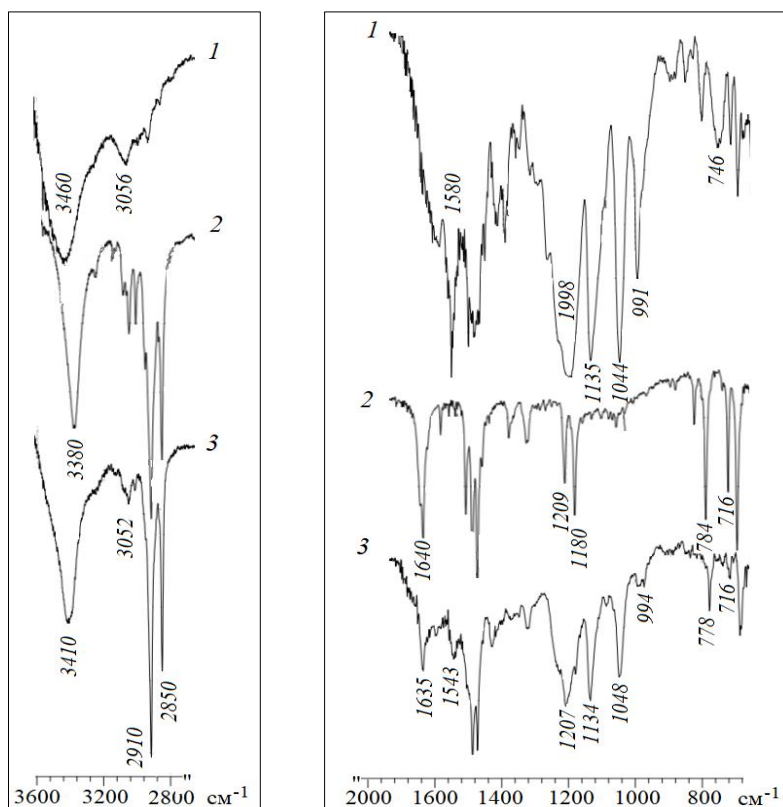


Рисунок 2. ИК спектры: 1 – краситель Reactive Red 198, 2 – хлорид N-цетилпиридиния, 3 – продукт взаимодействия хлорида N-цетилпиридиния с красителем Reactive Red 198 в водном растворе

Таким образом, результаты исследования подтвердили интенсифицирующее действие бромида триметилцетиламмония и хлорида N-цетилпиридиния при крашении целлюлозных волокон (хлопок, лен, крапива, конопля) активным красителем периодическим способом. Однако при построении технологии крашения с применением хлорида N-цетилпиридиния необходимо предусматривать последовательное введение интенсификатора и красителя в обрабатывающую ванну, чтобы избежать межмолекулярного взаимодействия красителя с катионом пиридиния и агрегации частиц на поверхности волокна.

#### Список литературы

1. Лобанова, Л.А. Повышение экологичности технологий крашения материалов из целлюлозных волокон / Л.А. Лобанова, Н.В. Барышева, О.Ю. Маркова // Мат-лы Всерос. научно-практ. конф. «Теоретические и прикладные аспекты развития современной науки и образования», 201. – С. 174.
2. Алрахман, А.А. Влияние ПАВ на состояние активных красителей в растворе / А.А. Алрахман, Л.С. Петрова, О.И. Одинцова // Сб. статей Междунар. науч. форума «Наука и инновации – современные концепции», 2020. – С. 242.
3. Mikhailovskaya, A.P. Intensification of Cellulose Fibres Dyeing with Reactive Dyes Using Quaternary Ammonium Salts / A.P. Mikhailovskaya, I.V. Elokhin, M.S. Kalugina // Journal of Trends in Textile Engineering & Fashion Technology. – 2023. – V. 8. – P. 935-940.

УДК 677.077.65

#### ОБОСНОВАНИЕ СОСТАВА КОМПОЗИЦИИ НА ОСНОВЕ МИКРОКАПСУЛИРОВАННЫХ БАВ ДЛЯ ОТДЕЛКИ ТКАНЕЙ

Е.С. Власкина, В.Ю. Петрушина, К.А. Ерзунов  
Ивановский государственный химико-технологический университет, Россия, Иваново

Актуальность проведенного исследования обусловлена необходимостью разработки современных текстильных материалов с пролонгированным высвобождением функциональных веществ. Такой подход реализуется при формировании специальных оболочек вокруг биологически активных веществ, образующих комплексную частицу, называемую микрокапсулой [1]. Микрокапсулирование – это одна из новейших технологий, используемых для придания одежде множества уникальных характеристик. [2].

Применение методов микрокапсулирования позволяет производить новые продукты со многими преимуществами по сравнению с традиционными текстильными изделиями. Микрокапсулы могут придать тканям важные новые качества, такие как повышенная стабильность и контролируемое высвобождение активных соединений.

Наиболее привлекательными примерами являются ткани со стойкими ароматами, футболки с микрокапсулами, поглощающими УФ-излучение, футболки с термозаменяемыми красителями. В настоящее время ведутся многочисленные исследования, направленные на разработку новых методов нанесения микрокапсул и иммобилизации их на текстильных материалах различного волокнистого состава.

Использование микрокапсулированных ТВВ в заключительной отделке тканей способствует повышению эффективности технологии, например, придание материалам более прочной ароматной отделки, антимикробной или акарицидно-репеллентной отделки [3, 4].

Работа была посвящена получению микрокапсул на основе серицина шелка, определению их характеристик и исследованию состояния полученных дисперсий во времени. Капсулы получали методом «слой за слоем», образуя вокруг ядра полиэлектролитную оболочку, противоположно заряженных полиэлектролитов. Основными компонентами являлись: в качестве ядра – масло розмарина, в качестве эмульгаторов система поверхностно-активных веществ, оболочку составили биосовместимые полиэлектролиты – серицин, акации камедь, гуаровая камедь, ксантановая камедь, альгинат натрия, пектин.

Результат исследования показал, что капсулы на основе серицина шелка имеют размер от 7 до 205 нм, дзетта-потенциал – показатель, показывающий устойчивость системы, составил от -9 до -25 мВ. Наименьшим размером капсул обладает состав на основе серицина и акации камеди, наибольший размер капсул в составе, в который входит альгинат натрия. При исследовании устойчивости системы во времени было выявлено, что система с альгинатом натрия неустойчива во времени, наиболее устойчивыми являются системы на основе гуаровой, ксантановой камеди, пектина и акремона LK-2.

*Руководитель: д.т.н., проф. Одинцова О.И.*

*Работа выполнена в рамках Государственного задания на выполнение НИР, тема № FZZW-2023-008 и с использованием ресурсов Центра коллективного пользования научным оборудованием ИГХТУ (при поддержке Минобрнауки России, соглашение № 075-15-2021-671).*

#### Список литературы

1. Лоулес, Д. Энциклопедия ароматических масел / Д. Лоулес. – М: «Крон-пресс», 2000. — С.288.
2. Braun, A. «Über die Produkte der Einwirkung von Acetanhydrid auf Phthalamid» / A. Braun, J. Tcherniac. // Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft. – 1907. – Т. 40. – N 2. – P. 2709–2714.
3. Гурьянова, Л. Н. Применение эфирных масел в современном мире / Л.Н. Гурьянова. // Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение Воротынская средняя школа: Воротынец, 2021. — С. 18.
4. Tisserand, R.B. The Art of Aromatherapy, the Healing and Beautifying Properties of the Essential Oils of Flowers and Herbs / R.B. Tisserand. – Healing Arts Press: Fairfield, 1977. – 320 p.

## ОГНЕЗАЩИТНАЯ ОТДЕЛКА ЦЕЛЛЮЛОЗНЫХ ТКАНЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЗОЛЬ-ГЕЛЬ МЕТОДА

Гиниятов М.Р.<sup>1</sup>, Абакумов А.В.<sup>1</sup>, Федоринов А.С.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ивановский государственный химико-технологический университет, Россия, Иваново

<sup>2</sup>Ивановская пожарно-спасательная академия государственной противопожарной службы  
МЧС России

Повышение пожарной безопасности текстильных материалов остается критически важной задачей в связи с ужесточением требований к защите жизни людей и материальных ценностей [1]. Особую значимость приобретает разработка экологических и экономически эффективных огнезащитных составов для целлюлозных тканей, широко используемых в техническом, специальном и бытовом текстиле [2]. Предлагаемая золь-гель технология с применением микрочастиц диоксида кремния, полиаммонийфосфата и мочевины представляет перспективное направление, позволяющее сочетать высокую огнестойкость с сохранением эксплуатационных характеристик материалов [3].

Целью исследования была разработка и комплексная оптимизация состава и технологических параметров огнезащитной обработки целлюлозных тканей на основе золь-гель метода, включающей микрочастицы диоксида кремния, полиаммонийфосфат и мочевины, направленная на создание термостабильного защитного барьера с минимальным влиянием на физико-механические свойства тканей и обеспечение соответствия с требованиями ГОСТ Р 50810-95 по трудновоспламеняемости.

Оценена возможность создания огнезащитного состава, включающего микрочастицы диоксида кремния, полиаммонийфосфат и мочевины. Определены оптимальные концентрационные соотношения компонентов, позволяющие повысить огнезащищенность целлюлозных тканей. Состав наносили на текстильный материал методом пропитки с последующей сушкой и термофиксацией. Концентрацию диоксида кремния в готовом препарате варьировали от 5 до 20 г/л.

Установлено положительное влияние обработки данным раствором на результат заключительной огнезащитной отделки, в результате которой ширина и длина обугленного участка тканей в среднем сокращается на 48% (относительно длины) и 88,2% (относительно ширины) для бязи.

Хлопчатобумажные ткани, обработанные данной композицией, классифицируются как «трудновоспламеняемые» согласно ГОСТ Р 50810-95 «Пожарная безопасность текстильных материалов. Ткани декоративные. Метод испытания на воспламеняемость и классификации». Также представлен технологический режим применения данной композиции.

Таким образом, разработана эффективная огнезащитная композиция на основе доступных и дешевых компонентов. Проведено сравнение с уже используемыми огнезащитными композициями. Показана конкурентоспособность представленного состава.

### Список литературы

1. Болодьян, Г.И. Комплексный подход к созданию пожаробезопасных текстильных материалов и изделий / Г.И. Болодьян. – Москва, 2003. – 177 с.
2. Chakrabarti, R. Natural flame retardant finish for textiles / R. Chakrabarti, C. Shobhan // Res. J. Text. Appar. – 2012. – V. 16. – P. 47-52.
3. Figueira, R.B. Organic-inorganic hybrid sol-gel coatings for metal corrosion protection: a review of recent progress/ R.B. Figueira, C.J.R. Silva, E.V. Pereira // Journal of Coatings Technology and Research. – 2015. – V. 12. – P. 1-35.



**МОДИФИКАЦИЯ ПОВЕРХНОСТИ СВМПЭ ВОЛОКОН С ЦЕЛЬЮ УЛУЧШЕНИЯ  
ИХ АДГЕЗИИ К ТЕРМОРЕАКТИВНЫМ СВЯЗУЮЩИМ**

О.И. Гладунова, Н.А. Воронина

Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна,  
Россия, Санкт-Петербург

Перспективным материалом для создания композиционных материалов для экстремальных условий эксплуатации является сверхвысокомолекулярный полиэтилен (СВМПЭ). Повышенный интерес к данному материалу объясняется его уникальными свойствами, такими как высокие прочностные показатели, устойчивость к истиранию и изгибам, низкое водопоглощение, химическая инертность, а также прозрачность в широком диапазоне электромагнитного излучения. Материалы на основе СВМПЭ используются во многих отраслях промышленности, таких как военно-промышленный комплекс, машиностроение, электротехника, медицина и др. [1].

Главным препятствием использования СВМПЭ волокон в качестве армирующего наполнителя в композиционных материалах (КМ) является их слабая адгезия практически ко всем полимерным термореактивным связующим, которая обусловлена несколькими причинами: низкой поверхностной энергией, что снижает смачиваемость и взаимодействие с полимерными матрицами; химической инертностью, связанной с отсутствием функциональных групп, которая затрудняет образование химических связей с полимерной матрицей, высокой степенью кристалличности, что снижает диффузию полимерного связующего в волокно.

Поэтому важной задачей является поиск способа модификации поверхности для улучшения смачиваемости и достижения оптимального адгезионного взаимодействия соединения «волокно – матрица» [2]. На сегодняшний день, перспективными и малоизученными способом поверхностной модификации СВМПЭ волокон является воздействие ультрафиолетового (УФ) излучения на поверхность полимерных материалов [3].

Данный способ имеет низкую стоимость, позволяет регулировать глубину обработки за счет мощности и продолжительности воздействия. И самое главное - метод УФ обработки технологичен, то есть позволяет встраивать его в существующие технологические линии производства КМ без дополнительных стадий.

В работе были использованы два типа СВМПЭ волокон: ПЭ-1 (Россия) и ПЭ-2 (Китай). Все волокна были подвергнуты воздействию УФ излучения. Была выявлена оптимальная продолжительность УФ обработки поверхности волокон для достижения наилучшей смачиваемости. Смачиваемость определяли по величине капиллярного подъема связующего по волокнам используя методику, описанную в патенте [4]. В ходе исследований было показано, что смачиваемость всех УФ обработанных образцов улучшилась по сравнению с контрольными. Так, для ПЭ-1 величина капиллярного подъема эпоксидного связующего выросла на 265%, а для ПЭ-2 на 100 % соответственно.

Такое значительное улучшение смачиваемости у модифицированных СВМПЭ волокон может быть связано с тем, что изменился рельеф поверхности волокон. С помощью электронной сканирующей микроскопии была изучена морфология поверхности исходных и модифицированных СВМПЭ волокон.

Исходные СВМПЭ волокна обладают ровной и гладкой поверхностью, по сравнению с модифицированными. В результате модификации с помощью УФ излучения поверхность модифицированных волокон стала более рельефной: появились поры различного диаметра и геометрии, трещины, углубления. Вероятно, адгезия осуществляется за счет лучшего распределения связующего по поверхности волокон. Происходит затекание связующего в поры, трещины и углубления с последующим его отверждением.

Поскольку некоторые методы поверхностной модификации, такие как плазменная обработка имеют непродолжительный эффект, было интересно исследовать продолжительность сохранения эффекта от УФ обработки.

Образцы волокон, обработанные с помощью УФ излучения, были отложены на хранения на четыре месяца. Каждую неделю проводилось контрольное исследование смачиваемости. Эффект от модификации сохранялся до пяти недель и лишь затем постепенно снижался до исходных значений.

В работах [5, 6] данное явление объясняют релаксацией поверхности полимера после УФ обработки, то есть происходит процесс перестройки поверхности фотоокисленного полимера в исходное низкоэнергетическое состояние. Степень релаксации зависит от времени и дозы УФ излучения.

Сглаживание поверхности модифицированных СВМПЭ волокон спустя пять недель вероятно происходит вследствие влияния двух процессов. С одной стороны, имеет место фотодиссоциация полимера и окисление. С другой стороны, происходит частичное переосаждение и образование межмолекулярных сшивок [7]. По-видимому, происходит механическая релаксация поверхности СВМПЭ волокон, интенсифицированная возникающими дефектами после УФ облучения. Переосаждающиеся продукты фотолиза заполняют пространство между областями наноструктурированной поверхности, подвергнутыми окислению и травлению. Таким образом, рельеф поверхности волокон приближается к рельефу исходного образца с характерной для СВМПЭ волокон гладкой поверхностью, лишенной каких-либо заметных особенностей.

Для подтверждения данного факта необходимо провести дальнейшие комплексные исследования поверхности и структуры полимера.

#### Список литературы

1. Беляева, Е.А. Слоистые органокомпози́ты и гибри́дные компози́ты на основе волокон из сверхвысокомолекулярного полиэтилена: диссертация: дис. на соиск. учен. степ. канд. техн. наук: 05.17.06; 02.00.04 / Беляева Евгения Алексеевна; Российский химико-технологический университет им. Д. И. Менделеева. – Москва; Российский химико-технологический университет, 2019. – 165 с.
2. Каблов, Е.Н. Материалы нового поколения – основа инноваций, технологического лидерства и национальной безопасности России / Е. Н. Каблов // Интеллект и технологии. – 2016. – №.2 (14). – С. 16–21.
3. Оулет, Р. Технологическое применение низкотемпературной плазмы / Р. Оулет, М. Барбье, П. Черемисинов [и др.] [Перевод с английского под редакцией Н.Н. Семашко]. – Москва: Энергоатомиздат, 1983. – 144 с.
4. Патент RU 2 447 422 C1. Способ определения смачиваемости волокнистых материалов полимерными связующими и устройство для его осуществления: № 2011102800/28: заявл. 26.01.2011: опубл. 04.10.2012 / А.М. Куперман, Ю.А. Горбаткина, В.Г. Иванова-Мумжиева, Т.Ю. Захарова, Ю.В. Антипов, патентообладатель Учреждение Российской академии наук Институт химической физики им. Н.Н. Семенова РАН. – 9 с.
5. Лапшин, Р.В. Сглаживание наношероховатостей поверхности полиметилметакрилата вакуумным ультрафиолетом / Р.В. Лапшин, А.П. Алехин, А.Г. Кириленко, С.Л. Одинцов, В.А. Кротков // Поверхность. Рентгеновские, синхротронные и нейтронные исследования. – 2010. – №. 1. – С. 5–16.
6. Рудой, В.М. Влияние фотоокисления на поверхностные свойства полистирола / В. М. Рудой, И. В. Яминский, В.А. Огарев // Высокомолекулярные соединения. Серия Б. – 1999. — Т. 41. – №. 10. – С. 1671-1674.
7. Патент SU 1283627. Способ определения влияния диффузии газов на скорость растворения полимерных материалов: № 3948273/31-35: заявл. 24.05.1985: опубл. 15.01.1987 / К.А. Валиев, Л.В. Великов, Ю.И. Дорофеев [и др.]; заявитель: Институт общей физики АН СССР; Институт химической физики АН СССР. – 3 с.

**ВЛИЯНИЕ ФЕРМЕНТАТИВНОЙ КОТОНИЗАЦИИ НА ПРОЦЕСС ПЕРОКСИДНОГО БЕЛЕНИЯ ЛЬНА**

К.К. Горюнов, А.В. Чешкова, Г.А. Чешков

<sup>1</sup>Ивановский государственный химико-технологический университет, Россия, Иваново

Известно, что в общей доле льняного волокна значительная часть приходится на короткое волокно, а также образующиеся при переработке отходы трепания. Опыт зарубежных стран и анализ отечественных технических и технологических решений по рациональному использованию короткого льняного волокна позволяет считать наиболее перспективным направлением получение котонина для выработки не только смесовых пряж и других текстильных материалов, но и высокоочищенной отбеленной целлюлозы [1-2].

При белении хлопковой целлюлозы важной стадией перед белением с использованием пероксида водорода является щелочная высокотемпературная отварка (в растворе гидроксида натрия). Применение такой технологии по отношению к льняному котонину приводит к большим потерям массы получаемого продукта (отбеленной целлюлозы). Поскольку в льняном волокне в отличие от хлопкового волокна практически нет воскообразных веществ то предложено заменить стадию щелочной отварки на биоотварку с применением кислых гидролаз (ферментов), катализирующих гидролиз нецеллюлозных примесей льна (пектинов и гемицеллюлоз). На данный момент организовано их производство в РФ, ферменты вырабатываются в промышленном масштабе и являются доступными для применения. [3-4]

Настоящим исследованием проведено обоснование применения ферментации, как стадии процесса щелочно-перекисного беления котонизированного льняного волокна. Высокоочищенная целлюлоза необходима для производства материалов широкого назначения, в том числе сырья для легкой промышленности (пряdomых волокон,  $\alpha$ -целлюлозы, ватных и нетканых материалов). Решалась задача сокращения технологического цикла за счет исключения части промывок и длительности основных операций. Объектом исследования выбран котонин льна, полученный в условиях ООО Южтекс (Южский район Ивановской области) и КЛК (г. Кашин, Тверской области).

В работе представлены сравнительные результаты анализа геометрических свойств и химического состава ферментативно-котонизированной и отбеленной целлюлозы льна. Для исследуемого образца котонина льна средняя длина составляет 28,9 мм, а тонина 25,8 мкм, содержание целлюлозы не более 75-77 %. Из-за высокого содержания сопутствующих примесей (пектины, гемицеллюлозы, лигнин) белизна не превышает 37 %. На втором этапе работы оценена отбеливаемость волокон. Для различных целевых продуктов белизна варьируется в широких пределах, так для гигроскопической ваты – 67%, а для альфа целлюлозы- не менее 88%. Цвет льну придают окрашенные вещества, например, полифенолы лигнина. Применение технологии окислительной варки, используемой для беления хлопкового волокна на оборудовании периодического действия не дает высокой степени удаления примесей и содержание  $\alpha$ -целлюлозы не превышает 90,0-91,3%, а максимальное содержание целлюлозы в хлопковом волокне 98,1-99,2%. Для повышения эффективности нарушения лигно-углеводной структуры природных композитов льна проведена ферментация кислыми низкотемпературными гемицеллюлазами (ксиланаза, маннаназа, пектиназа). Показано, что предварительная ферментация позволяет повысить отбеливаемость котонина на 3-8 %. При этом выявлено снижение красноты (а) и желтизны (b), что указывает на удаление окрашенных полифенолов и дубильных веществ, имеющих желто-коричневый цвет. Установлено высокое содержание  $\alpha$ -целлюлозы в отбеленном льняном котонине с предварительной ферментацией. Значения ее составляют 92,5 - 96,9 %, в зависимости состава белящего раствора. Максимальная потеря массы при белении не превышает 21-24 %.

Проведено микроскопическое исследование образцов волокнистых материалов, оценка геометрических свойств исследуемых волокон и их химический состав. Общую

сравнительную оценку волокон провели с использованием микроскопа Биолам «Ломо» (рис.1). Выявлено различие морфологии поверхности исследуемых волокон и эффект разволокнения комплексов в процессе механической кottonизации и отбеливания (рисунок).

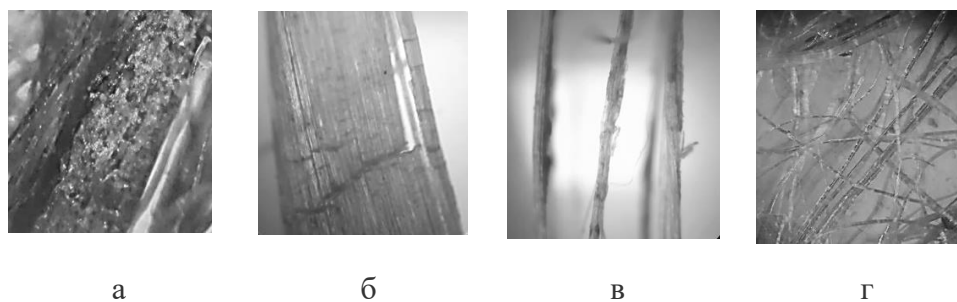


Рисунок. Общий вид микрофотографии не кottonизированного короткого льноволокна (а), волокно после механического разволокнения (б), после ферментации (в), после беления (г)

Таблица  
Сравнительные результаты полупроизводственных испытаний технологии сокращенного беления кottonина льна

| Обра<br>зец | Влаж-<br>ность,%,   | Зол-<br>ьность<br>, %   | Смолы/<br>жиры,% | Лигнин, %            | Пыль, %                                       | Степень<br>полимеризац<br>ии      |
|-------------|---------------------|-------------------------|------------------|----------------------|---|-----------------------------------|
| 1           | 5,9                 | 0,5                     | 0,12             | 0,59                 | 0,9   | 2393                              |
| 2           | 5,8                 | 5,8                     | 0,23             | 0,66                 | 0,9   | 2285                              |
|             | α цел-<br>люлоза, % | Капиля<br>рность,<br>мм | Белизна,<br>%    | Смачивае<br>мость, г | Поглатительная<br>способность, г/г<br>волокна | Динамическа<br>я вязкость,<br>ед. |
| 1           | 92,6                | 80-84                   | 88,1             | 120                  | 19,4 ± 0,1                                    | 150                               |
| 2           | 91,7                | 108-110                 | 86,5             | 130                  | 20,6 ± 0,1                                    | 146                               |

1-Химическая технология 4 стадии (8 ч.), 2-технология с применением ферментации 3 стадии (5 ч.)

Таким образом показано, что использование полиферментного комплекса, на стадии облагораживания льняного кottonина позволяет получить дополнительные преимущества по сокращению технологического процесса до 5 часов за исключением времени на тзагрузку-выгрузку волокна, слив и налив растворов.

#### Список литературы

1. Иванов, А.Н. Особенности химического облагораживания короткого льняного волокна в массе / А.Н. Иванов, Н.Л. Симанович, В.Э. Литвиненко // Изв. ВУЗов. Технология текстильной промышленности. –1990. – №. 4. – С. 18-20.
2. Henriksson, G. Influence of Chelating Agent and Mechanical Preatreatment on Enzymatic Retting of Flax / G. Henriksson, D.E. Akin [et. al.] // Textile Research J. – 1997. – V. 67. – N 11. – P. 829-836.
3. Лисовский, Д.Л. Влияние ферментной обработки на свойства льняного кottonина / Д.Л. Лисовский, Н.Н. Ясинская // Вестник Витебского государственного технологического университета. – 2022. – №2. – С. 94-103. – <https://doi.org/10.24412/2079-7958-2022-2-94-103>
4. Чешкова, А.В. Электронно-микроскопическое исследование структурных изменений льняных волокон в процессе кottonизации и беления / АБ, Чешкова, И.Б. Наггтока // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1999. – №. 3. – С. 60-64.

**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ТЕНТОВЫХ МАТЕРИАЛОВ ТИПА ТАРПАУЛИН**

Ф.Н. Галиакберова, И.Г. Давлетбаев, А.А. Азанова

Казанский национальный исследовательский технологический университет (КНИТУ),  
Россия, Казань

Тентовые материалы представляют собой прочную техническую ткань или сетку, пропитанную или покрытую гидроизоляционными пленками и защитными средствами от вредного воздействия среды [1]. Они применяются для изготовления чехлов, навесов, тентов для транспорта, выставочных и торговых павильонов, рекламных баннеров, палаток и пр. [2,3]. Одним из широко применяемых является материал типа тарпаулин — многослойный материал, изготовленный, как правило, на основе ткани из полиэтилена (РЕ) высокой плотности, ламинированной с двух сторон полиэтиленом низкой плотности. Популярность тарпаулина обусловлена его высокими эксплуатационными характеристиками: водонепроницаемостью, прочностью и износостойкостью, устойчивостью к ультрафиолетовому излучению, термостабильностью (сохраняет свойства в диапазоне от -45°C до +70°C), легкостью и гибкостью, устойчивостью к гниению, плесени и прочим внешним факторам воздействия. На российском рынке представлен тарпаулин зарубежного (Китай, Корея, Вьетнам) и российского производства.

Целью работы была сравнительная характеристика тентовых материалов типа тарпаулин разных производителей. Испытания проводили по стандартным методикам. Разрывную нагрузку  $P_r$  и относительное разрывное удлинение  $\epsilon_r$  определяли по ГОСТ 29104.4-91 на приборе Autograph AG-Xplus HS (Shimadzu, Япония), светостойкость по ГОСТ 9733.1-91 с помощью ртутно-кварцевого облучателя ДРТ-230, оценка цветоразличия ( $\Delta E$ ) образцов проводилась колориметром ColorMeter Pro (Китай). Водупорность определяли на приборе FX 3000 HYDROTESTER III (Textest AG, Швейцария) по ГОСТ ISO 811-2021. Результаты приведены в таблице.

Таблица

Технические характеристики тарпаулина разных производителей

| Образец                                     | Толщина,<br>мм | $P_r$ , Н        |                   | $\epsilon_r$ , % |                   | Раздирающая<br>нагрузка в прод.<br>напр., Н | Светостойкость |            |
|---|----------------|------------------|-------------------|------------------|-------------------|---|----------------|------------|
|   |                | в прод.<br>напр. | в попер.<br>напр. | в прод.<br>напр. | в попер.<br>напр. |   | балл           | $\Delta E$ |
| 1.Россия, светло-синий, 75 г/м <sup>2</sup> | 0,11           | 335              | 305               | 20               | 20                | 110   | 4/4            | 0,7        |
| 2.Россия, зеленый, 120 г/м <sup>2</sup>     | 0,14           | 361              | 259               | 20               | 22                | 135   | 4/4            | 0,5        |
| 3.Россия, синий, 180 г/м <sup>2</sup>       | 0,20           | 391              | 345               | 32               | 22                | 160   | 4/4            | 0,6        |
| 4.Китай, синий, 180 г/м <sup>2</sup>        | 0,24           | 322              | 294               | 21               | 21                | 85  | 4/4            | 0,8        |
| 5.Китай, белый, 180 г/м <sup>2</sup>        | 0,24           | 437              | 331               | 29               | 22                | 87  | 4/4            | 0,7        |
| 6.Китай, синий, 230 г/м <sup>2</sup>        | 0,32           | 458              | 320               | 18               | 19                | 110   | 4/4            | 0,6        |

Из всех испытанных образцов соответствуют заявленной поверхностной плотности образцы № 1 и 2 (Россия), остальные имеют значения ниже, чем указано производителем. По прочностным показателям все образцы соответствуют требованиям к тентовым тканям по ГОСТ 27504-87. По раздирающей нагрузке образцы российского производителя имеют значения выше, что скорее всего связано с большей шириной нити, составляющей полотно

(рис.). Структуру образцов определяли с помощью портативного микроскопа Levenhuk DTX50. В материале российского производителя ширина плёночной нити 3-3,5 мм, а зарубежного – 1-2 мм. Ширина нитей влияет на плотность ламинации (покрытия пленкой). Чем шире ленты, тем равномернее распределяется полиэтиленовое покрытие, что улучшает гидроизоляционные свойства материала. Это продемонстрировали результаты испытаний на водоупорность. Все образцы выдерживают гидростатическое давление 1500 мм вод. ст., однако при испытании зарубежных материалов присутствует проникновение жидкости в пространство между нитями, что делает их менее устойчивыми к воздействию влаги.



Россия, 75 г/м<sup>2</sup>



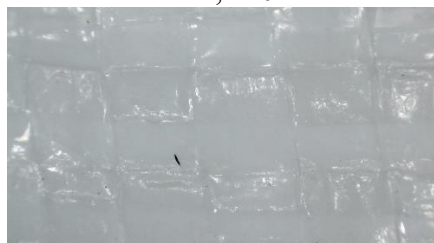
Россия, 120 г/м<sup>2</sup>



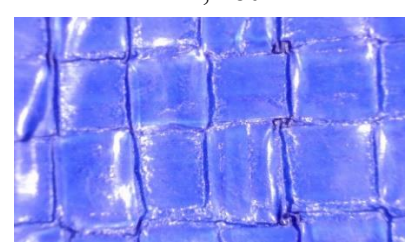
Россия, 180 г/м<sup>2</sup>



Китай, 180 г/м<sup>2</sup>



Китай, 180 г/м<sup>2</sup>



Китай, 230 г/м<sup>2</sup>

Рисунок. Структура поверхности лицевой стороны материала типа тарпаулин

Таким образом, проведённые испытания показали, что наилучшими техническими характеристиками обладают материалы типа тарпаулин российского производства. Имея меньшую поверхностную плотность и толщину, они обладают высокими прочностными характеристиками, достаточной водоупорностью и устойчивостью к воздействию ультрафиолетового облучения.

#### Список литературы

1. Удлер, Е.М. Некоторые аспекты тентовой терминологии / Е.М. Удлер // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. – 2017. – № 4(42). – С. 196-203.
2. Омирова, М.З. Комплексная оценка качества тентовых материалов / М. З. Омирова, Л. Л. Чагина, А. П. Груздева // Технологии и качество. – 2020. – № 2(48). – С. 3-7. – DOI 10.34216/2587-6147-2020-2-48-3-7.
3. Омирова, М.З. Анализ современного ассортимента материалов для изготовления тентов / М.З. Омирова, Л.Л. Чагина // Фундаментальные и прикладные проблемы создания материалов и аспекты технологий текстильной и легкой промышленности: Сборник статей Всероссийская научно-техническая конференция, Казань, 14–15 ноября 2019 года. – Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2019. – С. 243-248.

УДК 677.017

#### ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ТКАНЕЙ С ТЕПЛОТРАЖАЮЩИМИ СВОЙСТВАМИ

Р.А. Гришин, О.В. Козлова

Ивановский государственный химико-технологический университет, Россия, Иваново

Работа посвящена разработке новых многослойных материалов с теплозащитными свойствами на основе использования наполнителей с низкой теплопроводностью. Показано, что при использовании отечественных полимерно-клеевых композиций на водной основе и с включением между двумя тканевыми основами промежуточной теплоотражающей прослойки в виде электропроводящего алюминиевого материала возможно создание многофункционального композита с комплексом улучшенных защитных свойств.

Целью настоящего исследования является разработка инновационной технологии создания многослойного текстильного материала, обладающего уникальными теплозащитными и маскирующими свойствами. Эти свойства обеспечиваются за счёт камуфлированной окраски с инфракрасными ремиссионными характеристиками, а также благодаря включению между двумя тканевыми основами специальной теплоотражающей прослойки, выполненной из электропроводящего алюминиевого материала, который эффективно блокирует инфракрасное излучение. То есть разрабатываемый материал предназначен для маскировочных изделий с теплозащитными (или теплоотражающими) свойствами [1, 2].

Разработана технология создания многослойного материала, состоящего из лицевой полиэфирной ткани и изнаночного флисового полиэфирного или хлопчатобумажного трикотажного полотна, прочно скрепленных посредством специально разработанной полимерно-клеевой композиции с введением в композицию полых алюмосиликатных стеклосфер. Кроме того, в материале дополнительно использован алюминийсодержащий слой, расположенный между слоями текстильных материалов. Полученные в результате высокие теплоизоляционные свойства обеспечивают эффективную маскировку биологическому объекту от обнаружения детекторами инфракрасного излучения.

Разработанная технология основана на использовании оборудования для дублирования текстильных материалов с ракельным нанесением загущенной полимерно-клеевой композиции на основе полиуретана ароматической природы, включающей наполнители. Технология предусматривает в каждом конкретном случае нанесение определенного количества слоев полимерно-клеевых композиций, различной последовательности нанесения дополнительных слоев, видов материалов.

*Работа выполнена в рамках Государственного задания на выполнение НИР, тема № FZZW-2023-0008 (при поддержке Минобрнауки России, соглашение № 075-15-2021-671)*

#### Список литературы

1. Миронов, В.В. Промышленность теплоизоляционных материалов. современное состояние и перспективы развития / В.В. Миронов // Стройка. – 1991. – №. 28. – С. 15-17.
2. Бухмиров, В.В. Применение тонкопленочных покрытий в целях энергосбережения / В.В. Бухмиров, А.К. Гаськов // Вестник ивановского государственного энергетического университета. – 2015. – №. 5. – С. 26-31.

УДК 677.027.4

### **ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ЦВЕТА ПРИ КРАШЕНИИ ЛЬНЯНЫХ, ХЛОПКОВЫХ И СМЕСОВЫХ ТКАНЕЙ С СОХРАНЁННОЙ ПРИРОДНОЙ ОКРАСКОЙ**

Т.С. Гришина, А.В. Чешкова, Н.А. Топорищева, Д.Е. Рожкова  
Ивановский государственный химико-технологический университет, Россия, Иваново

В настоящее время возрастает интерес потребителей и дизайнеров к экологичным и «нативным» целлюлозным тканям с сохраненным природным цветом волокон и ценными свойствами природных красителей. Новый ассортимент основан на использовании хлопкольнай и льновискозной пряжи. Это ткани бытового назначения с поверхностной



плотностью от 140 до 440 г/м<sup>2</sup>, например, сорочечные и декоративные, материалы для форменной и спортивной одежды и ткани костюмно-плательной группы. Цвет хлопковому волокну придают катехины — ароматические вещества из группы флавоноидов, продукты их окисления (флобафены), обуславливающие коричневую, желто-бурую и черноватую окраску, а также госсипол. Цвет льна и, в частности, котонина льна связан с наличием в структуре высокомолекулярных веществ (полифенолов). Котонин придает смесовым суровым тканям особую природную окраску, характерную для лигнина, входящего в комплексную композитную структуру льноволокна. С одной стороны, природно-окрашенный котонин дает особое качество волокнистого сырья, с другой — ограничивает возможность применения действующих и стандартных технологий отделки тканей, таких как щелочная отварка или пероксидное беление. При высоком содержании котонина (30-85%) в смесовых тканях эти технологии не могут быть применены в связи с существенной потерей массы и прочностных свойств тканей. В связи с этим разработка экотехнологий подготовки природноокрашенных котонинсодержащих льновискозных и хлопковискозных тканей для последующего колорирования активными красителями является актуальной для развития технологий отделочных производств РФ, расширения ассортимента отечественной продукции, решения проблем импортозамещения.

Сохранение природной окраски на стадии подготовки к крашению при условии повышения капиллярных свойств и впитываемости (смачиваемости) возможно путем применения биоотварки (обработки ферментами). Основной эксперимент выполнялся путем моделирования условий работы на прогрессивном и ультрасовременном оборудовании (эжекторы). Суровые не расшлихтованные ткани, обрабатывались в растворе ферментов при температуре 40 °С в течение различного времени. Технологический режим совмещенного крашения активными красителями с предварительной биоотваркой заключался в следующем: 1- введение ферментного раствора и нагрев до 40 °С (20 минут, 2- термостатирование-биоотварка (30 минут), 3- слив ферментного раствора, введение раствора красителя и крашение при 60 °С (20 минут), 4-введение щелочного реагента и крашение при 60 °С, 5- промывка и мыловка, промывка (40 минут). В качестве фермента использовали композицию кислых низкотемпературных ферментов амилаз, ксиланаз и пектиназы (ООО «Биопрепарат»», РФ).

В работах зарубежных авторов [1] показано, что удаление натуральных флавоновых пигментов, ответственных за желтизну хлопка-сырца, эффективно достигается на стадии биоотварки и превосходит результаты щелочной отварки. Это обеспечивается за счет нарушения структуры пектино-липидно-белкового слоя веществ к которым присоединены природные пигменты. Деградация и растворение пектинов дестабилизируют первичную стенку и способствуют удалению гидрофобных триглицеридов и восков, что приводит к увеличению водопоглощения. Эти структурные изменения на поверхности хлопковых волокон «деэкранируют» больше полярных гидроксильных групп целлюлозы и повышают гидрофильность, что является важным фактором для улучшения водопоглощения и окрашиваемости хлопчатобумажных тканей.

Для льняного волокна [2] и тканей на основе котонина льна повышение капиллярных свойств и впитываемости обусловлено увеличением расщеплённости волокна и нарушением структуры лигно-углеводного комплекса под действием в первую очередь пектиназ и ксиланаз. Повышению сорбционных свойств тканей, важных для качественного крашения способствует также эффективная расшлихтовка под действием амилаз. Сравнительные достигаемые результаты биоотварки смесовых котонинсодержащих тканей, а также хлопчатобумажной и вискозной ткани (контроль) кислыми ферментами, приведены в таблице 1. Необходимо отметить, что требуемая подготовка смесовых тканей достигается при низких показателях потери массы при биоотварке (менее 2-3%), что в 2-3 раза ниже результатов для щелочной отварки, где потеря массы более 5%. Сохранение структуры целлюлозы льна и хлопка в процессе биоотварки обеспечивает высокие показатели разрывных нагрузок (н) для тканей.



Нами показано, что после биоотварки степень расшлихтовки, определяемая по методу Тежева, составляет 7-9 баллов, капиллярность – на уровне 60-66 мм для хлопко-льняных тканей, где котонина 25%, и 100-120 мм (для хлопко-льняных котонинсодержащих тканей, котонин 50-85%). Для льно-вискозных, где содержание котонина на уровне 40% капиллярность после биоотварки составляет 75-100 мм. Показатель впитываемости (смачиваемости), определяемый капельным способом, после биоотварки улучшается: для хлопко-льняных тканей с полной несмачиваемости до 9с, а для вискозно-льняных тканей -с >20 с до 1-2 с. Такие результаты являются положительными для рекомендации биоотварки как стадии предваряющей крашение.

Можно отметить изменение цветовых характеристик в процессе биоотварки с повышением светлоты (L), а также изменением показателей а и b (CIELab), свидетельствует о частичном удалении природных красителей как хлопка, так и льна. При биоотварке усадка хлопчатобумажных тканей составляет 6-7%, а для тканей с котонином соответственно 10-13%. Хотелось бы отметить, что после биоотварки возрастает мягкость, контролируемая по углу провисания на 15-20% для хлопкольняных тканей с котонином, на 20-32% для льновискозных тканей с котонином 40%.

Получены сравнительные результаты крашения активными с предварительной биоотваркой красителями хлопчатобумажных, котонинсодержащих хлопкольняных и вискозно-льняных тканей. Крашение проводили в условиях ООО «Самойловский текстиль» г. Иваново с использованием малогабаритного эжектора на 50 кг Yildiz (Турция). Показано, что биоотварка позволяет снизить желтизну и зеленый оттенок окрашенной ткани, тем самым обеспечивая повышение чистоты цвета. Итоговый цвет ткани является суммой цвета создаваемой природными красителями льна и хлопка с цветом синтетического красителя. Важным является то, что ткани, подготовленные и окрашенные по сокращенной технологии, имеют высокие показатели устойчивости к сухому, мокрому трению. Новая технология совмещенной биоотварки и крашения обеспечивает сокращение длительности отделки тканей в два раза, экономию технологической воды более чем в 5 раз, пара на 55%, а также улучшение качества сточных вод и снижение их общего количества. Таким образом экспериментально доказана возможность замены стадии химических обработок (щелочной отварки, кислования) на биоотварку и целесообразность полного отказа от щелочно-пероксидного беления в технологиях подготовки котонинсодержащих тканей перед крашением. Данный подход позволяет реализовать стратегию на импортозамещение широкопотребованных гладкокрашенных льнохлопковых тканей и получение актуальных расцветок более экологичным и экономичным путем.

#### Список литературы

1. Pušić, T. Bio-innovation in cotton fabric scouring-acid and neutral pectinases / T. Pušić, A. Tarbuk, T. Dekanić // *Fibres Text East Eur.* – 2015. – N 23. – P 98–103.
2. Bhattacharya, S.D. Enzymatic Treatments of Flax Fabric / S.D. Bhattacharya, J.N. Shah // *Textile Research Journal.* – 2004. – N 74. – C.622 – 628.

УДК 677.027.652

### **ПОЛУЧЕНИЕ ФОТОКАТАЛИТИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ОЦЕНКА ИХ СВОЙСТВ**

Н.В. Дашенко

Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна,  
Россия, Санкт-Петербург

Фотокаталитические процессы вызывают в последние годы все больший интерес. Фотокаталитические реакции протекают под воздействием УФ или видимого излучения при

комнатной температуре, что позволяет использовать для этих процессов доступную энергию солнечного света. В гетерогенном фотокатализе используются полупроводниковые системы, наиболее часто применяется диоксид титана благодаря его высокой фотокаталитической активности, химической стабильности, нетоксичности и доступной стоимости. Этому полупроводнику, однако, присущи и некоторые недостатки, а именно невысокая (~10%) эффективность работы под действием видимого излучения, поглощение в УФ-области спектра, высокая степень рекомбинации заряда и низкая удельная поверхность. Поэтому задача повышения эффективности фотокатализатора на основе диоксида титана является актуальной. Для решения этой проблемы предлагается несколько подходов. Первый связан с повышением удельной поверхности фотокатализатора за счет изменения размера частиц диоксида титана до наноразмерного состояния. Для этого используется целенаправленный гидролиз водорастворимых солей титана на сорбционно-активный носитель-подложку, например, на основе двуокиси кремния с получением интерференционных пигментов. Другим направлением улучшения фотокаталитических свойств диоксида титана является допирование атомами металлов, оксидов металлов и неметаллов, что позволяет расширить полосу поглощения в видимом диапазоне спектра и одновременно снизить скорость рекомбинации заряда.

Фотокаталитическая активность диоксида титана заключается в возможности образования под действием УФ-излучения электроно-дырочных пар в объеме полупроводниковой частицы, которые при переходе на поверхность являются центрами протекания окислительно-восстановительных процессов для адсорбированных молекул органических соединений. Полученные таким образом носители заряда способны рекомбинировать с рассеиванием поглощенной энергии в виде тепла, восстанавливать соединения – акцепторы электронов, окислять соединения – доноры электронов. Фотокаталитическая активность определяется временем жизни носителей заряда, образовавшихся в результате воздействия УФ-излучения и скоростью их переноса по поверхности частиц фотокатализатора. В том случае, когда время рекомбинации электро-дырочной пары составляет менее 0,1 нс, носители заряда не участвуют в фотокаталитической реакции. Если время жизни носителя заряда составляет порядка 250 нс, то наблюдается высокая эффективность фотокатализаторов.

Однако, не только электронная структура диоксида титана влияет на его фотокаталитические свойства, но и размер кристаллитов, пористость, поверхностный заряд и концентрация ОН-групп. Поскольку реакции окисления попадающих на фотокатализатор органических загрязнений протекают всегда только на поверхности, то для достижения высокой эффективности этих процессов предпочтительно использовать структуры с высокой удельной поверхностью – наночастицы. Концентрация ОН-групп на поверхности также оказывает существенное влияние на эффективность фотокатализатора, поскольку их участие проявляется не только в образовании ОН-радикалов при захвате высвобожденных электронов, но и также в адсорбции органических загрязнений. Термическая обработка аморфного диоксида титана, получаемого в процессе золь-гель синтеза, приводит к удалению гидроксогрупп с поверхности со снижением эффективности фотокатализатора, поэтому анатазная модификация диоксида титана более предпочтительна в процессах фотокатализа.

Для эффективного использования фотокатализатора на основе диоксида титана требуется его полная иммобилизация на поверхности для стабилизации размеров наночастиц и минимизации затрат на эксплуатацию. Для этого целесообразно использовать в качестве подложки двуокись кремния в форме аморфного кремнезема или тонких пластин слюды, на которые в реакции гидролиза осаждается диоксид титана из, например, тетрахлорида титана.

В настоящей работе в качестве фотокатализаторов применялся диоксид титана в форме золь и многослойных интерференционных пигментов с подложкой из слюды. Указанные соединения получались по методу золь-гель синтеза: пигменты – как целевой продукт, золь – как побочный продукт. Пигмент наносился на поверхность текстильных материалов из различных волокон способом пигментной печати с использованием акриловой композиции.

Титансодержащий золь наносился в периодическом процессе, совмещенном с процессом крашения, и в процессе заключительной отделки, с использованием соответствующих виду отделки специфических препаратов и заменой воды в композиции на золь. В результате проведенных исследований установлено, что синтезированные интерференционные пигменты в свободном состоянии демонстрируют высокую фотокаталитическую активность, разрушая полностью модельный органический загрязнитель – метиленовый голубой (МГ) за 20 минут облучения УФ-лампой мощностью 125 Вт. В случае титансодержащих зольных полных обесцвечивание МГ достигалось за 60 минут облучения. Закрепление частиц интерференционных пигментов на поверхности текстильных материалов в пленке акриловой печатной композиции существенно снижает эффективность фотокатализа, и для достижения полного эффекта обесцвечивания требуется облучение в течение 450 минут. Использование титансодержащего золь для создания фотокаталитических текстильных материалов наиболее целесообразно совмещать с технологией водо-маслоотталкивающей отделки с применением фторкарбоновых препаратов, т.к. в этом случае достигается высокий и устойчивый к стиркам эффект самоочистки поверхности под действием УФ-лучей, поскольку за 300 минут облучения достигается полное разрушение модельного загрязнителя МГ.

#### Список литературы

1. Коробова, Е.Д. Использование титансодержащих золь для получения самоочищающихся текстильных материалов / Е.Д. Коробова, В.А. Онорина, Н.В. Дашенко // Вестник молодых ученых СПбГУПТД. Часть 4. Санкт-Петербург, 2024. – С. 3-8
2. Коробова, Е.Д. Оптимизация получения и оценка эффекта самоочистки титансодержащих золь / Е.Д. Коробова, Н.В. Дашенко // Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоемкие технологии и материалы (SMARTEX), 2024. – С. 192-197
3. Онорина, В.А. Оценка возможности совмещения синтеза титансодержащего золь с процессом крашения / В.А. Онорина, Н.В. Дашенко // Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоемкие технологии и материалы (SMARTEX), 2024. – С. 259-263.

УДК 678.03

### **НОВЫЕ КОМПОЗИЦИИ НА ОСНОВЕ ФТОРПОЛИМЕРНЫХ ЛАТЕКСОВ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

М.Е. Денисов, Л.В. Редина

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)», Россия, Москва

В настоящее время проблема обеспечения безопасности здоровья людей, находящихся в экстремальных условиях (сотрудники, контактирующие с вредными жидкостями, металлурги, сварщики, спасатели и др.) не становится менее злободневной [1]. Такие выводы можно сделать на основе данных о совокупной выручке предприятий, занимающихся разработкой и поставкой специальной защитной одежды. Так, в 2023 году прибыль компаний составила около 225 млрд. рублей, а в 2024 – 330 млрд. рублей, что говорит о высокой потребности в одежде данного ассортимента [2]. Для надежной защиты работающих от указанных вредных воздействий необходимо использовать специальную одежду с комплексом свойств, таких как гидро-, олеофобность, огнестойкость, антимикробность и др. Поэтому, актуальной задачей является получение композиций, содержащих в своём составе не отдельный препарат, а сразу ряд препаратов для того, чтобы сократить процесс модифицирования до одной стадии и тем самым удешевить, упростить и ускорить получение многофункциональных волокнистых материалов.

Целью настоящей работы является получение новых композиций на основе водных дисперсий фторполимеров и антимикробных модификаторов для получения текстильных материалов с комплексом антиадгезионных и антимикробных свойств.

В качестве исходных продуктов были использованы фторсодержащие латексы ЛФ-2 и «Кратан» и антимикробные препараты ПГМГ-ГХ (полигексаметиленгуанидин-гидрохлорид) и ОГМГ-ГС (олигогексаметиленгуанидин-гидросукцинат).

У исходных латексов и композиций на их основе, которые получали путём смешения водной дисперсии латекса с водными растворами антимикробных добавок были изучены коллоидно-химические свойства: гидродинамический радиус частиц методом динамического светорассеяния, поверхностное натяжение методом отрыва платинового кольца от поверхности жидкости на тензиометре типа Дю-Нуи, электрокинетический (дзета) потенциал методом макроэлектрофореза [3].

Проведенные исследования показали, что латекс ЛФ-2 совмещается с обеими антимикробными добавками в ограниченном диапазоне до 5%, латекс «Кратан» смешивается с каждой из антимикробной добавок без выпадения осадка. При введении ПГМГ-ГХ в латекс ЛФ-2 размер частиц снижается на 28% (с 84 до 67,5 нм), поверхностное натяжение незначительно понижается (с 34,9 до 33,6 мН/м) и заряд латексных частиц переходит из области отрицательных в область положительных значений. При добавлении ОГМГ-ГС размер латексных частиц увеличивается на 27% (с 84 до 107 нм), поверхностное натяжение снижается с 34,9 до 33,9 мН/м и электрокинетический потенциал также, как и в случае добавления ПГМГ-ГХ, перешёл в область положительных значений [4].

Обработку волокнистого материала полученными композициями проводили по схеме – пропитка, отжим, сушка и термофиксация.

Результаты о влиянии типа антимикробного препарата и его концентрации в составе композиции на уровень биоцидных свойств, определенных методом диффузии в агар по методике [5], представлены в таблице 1.

Из данных таблицы 1 видно, что с повышением количества антимикробного препарата зона подавления роста микроорганизмов увеличивается в 2 – 3 раза и текстильному материалу придаются высокие антимикробные свойства при добавлении обоих полимерных биоцидов. Следует отметить, что композиции с ПГМГ-ГХ являются более эффективными по сравнению с олигомерным аналогом.

Таблица 1.

Антимикробные свойства модифицированных целлюлозных материалов

| Номер образца | ЛФ-2:ОГМГ-ГС                              |                     | ЛФ-2:ПГМГ-ГХ                              |                     |
|---------------|---|---------------------|---|---------------------|
|               | Содержание полимеров в составе композиции | Зона подавления, мм | Содержание полимеров в составе композиции | Зона подавления, мм |
| 1             | 1,5:1,0                                   | 2,0                 | 1,5:1,0                                   | 3,2                 |
| 2             | 1,5:1,5                                   | 5,0                 | 1,5:1,5                                   | 3,2                 |
| 3             | 1,5:2,0                                   | 5,0                 | 1,5:2,0                                   | 5,5                 |
| 4             | 1,5:2,5                                   | 5,5                 | 1,5:2,5                                   | 6,0                 |

Результаты исследования специальных защитных свойств целлюлозных материалов, модифицированных композициями на основе фторсодержащего латекса «Кратан» с полимерными биоцидами, представлены ниже в таблице 2 [4].

Таблица 2.

Функциональные свойства модифицированных целлюлозных материалов

| Состав композиции              | Водоотталкивающие свойства, балл | Маслоотталкивающие свойства, усл. ед. | Зона подавления, мм |
|--------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------|---------------------|
| «Кратан» (1,5%):ОГМГ-ГС (2,5%) | 6                                | 130                                   | 5,0                 |
| «Кратан» (1,5%):ПГМГ-ГХ (2,5%) | 6                                | 130                                   | 5,0                 |

По данным таблицы 2 видно, что при обработке обеими композициями текстильному материалу комплекс защитных свойств - высокие антиадгезионные свойства, которые определяли по методикам [6]: водоотталкивание на уровне 6 баллов и маслоотталкивание на уровне 130 условных единиц, а также достаточно высокие антимикробные свойства (зона подавления 5 мм).

Таким образом, можно сделать вывод о том, что использование композиций на основе фторполимерных латексов и полимерных биоцидных препаратов является достаточно перспективным поскольку позволяет за одну технологическую стадию получать многофункциональные текстильные материалы.

#### Список литературы

1. Bhattacharjee, S. Graphene modified multifunctional personal protective clothing / S. Bhattacharjee, R. Joshi, A.A. Chughtai, C.H. Macintyre // Advanced Materials Interfaces. – 2019. – N 21. – P. 1-27.
2. 60 крупнейших компаний российского рынка спецодежды и СИЗ 2024 года. – URL: <https://getsiz.ru/60-krupnejshih-kompanij-rossijskogo-rynka-specodezhdy-i-siz-2024-goda.html> (дата обращения: 07.05.2025).
3. Нейман Р.Э. Практикум по коллоидной химии (коллоидная химия латексов и поверхностно активных веществ). – М.: Высшая школа, 1974. –176 с.
4. Денисов М.Е. Получение и изучение свойств композиций на основе фторполимерных латексов для модификации целлюлозных материалов: ВКР бакалавра, 2025. – 60 с. – URL: [Библиотека «РГУ им. А.Н. Косыгина»](#) (дата обращения: 07.05.2025).
5. Определение чувствительности микроорганизмов к антибактериальным препаратам: Методические указания. – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004 – 91 с.
- 6 Химические волокна: основы получения, методы исследования и модифицирование: учебное пособие / Т.В. Дружинина, Л.С. Слеткина, И.Н. Горбачева, Л.В. Редина. – М.: МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2006. – 472 с. – ISBN 5-8196-0079-7 (В пер.).

УДК 666.022.34

### ОТЕЧЕСТВЕННОЕ ЦЕЛЛЮЛОЗНОЕ ВОЛОКНО ДЛЯ ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Н.С. Дымникова, Е.В. Ерохина

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт химии растворов им. Г.А. Крестова Российской академии наук

Потребность российских предприятий в целлюлозном волокне оценивается порядка 70 тыс. т. Ни для кого не секрет, что полная зависимость легкой промышленности России от импорта, в частности, хлопка имеет печальные последствия. Тем более, что отмечено резкое падение импорта сырья для текстильной промышленности РФ. Это связано и с санкциями, и с изменением климата: засуха, либо, наоборот, наводнения.

В этих условиях особое внимание нужно обратить на 2 других, исконно российских, вида целлюлозного волокнистого сырья – льняное и пеньковое (конопляное). Однако,

успешным, развитие производства льна и конопли, может стать только при условии применения инновационных технологий.

Перспективным источником целлюлозного волокнистого сырья в России может стать конопляное волокно. Современные сорта технической конопли, содержащие менее 0,3% тетрагидроканнабинола, легализованы во многих странах, что возрождает интерес к её применению. Следует отметить, что выращиваемые в России сорта технической конопли по количественным и качественным показателям способны эффективно конкурировать с аналогичной европейской продукцией.

Однако, грубость и жесткость волокон конопли до последнего времени ограничивали их применение только областью технического текстиля. Весьма перспективным и экономически выгодным представляется решение проблемы жесткости конопляных волокон путем модификации их лубяных пучков и получения хлопко- или шерстеподобного волокна. Возможность получения из конопли натурального текстильного сырья, альтернативного хлопку и шерсти, с помощью химической модификации открывает перспективы для разработки технологических процессов его модификации на современном уровне.

В данной работе проведено изучение условий механохимической обработки (температура и время, концентрация химических реагентов) разных сортов конопляного волокна. Методология основана на ранее апробированной технологии модификации низкономерного короткого льноволокна, разработанной в ИХР РАН и успешно прошедшей широкие производственные испытания.

В качестве лубяных волокон использовали: коноплю (пеньку) промышленных сортов однодомной конопли «Диана» (среднерусский экотип), выращенная в фермерском хозяйстве Симанщино (Пензенская обл.), «ЮСО», полученное в хозяйстве Ивановской обл., и короткое льноволокно номер 3 полученное со льноперерабатывающего завода Омской области «Знаменский лен».

Механическая обработка - это необходимая часть технологического процесса модификации лубяных волокон. Она выполняет ряд важных функций: очистку волокна от механических неволокнистых примесей (костры), частичное дробление комплексных волокон в продольном направлении и укорочение их. Для выработки правильного подхода к построению технологического процесса модификации исследуемых волокон мы изучили особенности их структуры и специфику ее изменения в процессе механической обработки.

Способность конопляного волокна к дроблению подтвердилось уже на первой стадии процесса модификации - очистке от механических примесей (костры), осуществляемой на оборудовании кардочесального типа (льночесальная машина Ч-600-Л).

При механической обработке средняя длина конопляного волокна уменьшается на 30 %. Кроме того, их продольное расщепление приводит к снижению линейной плотности соответственно на 36 %.

Для эффективного разрушения, как показали проведенные исследования, механических воздействий недостаточно и основная роль при модификации таких волокон должна отводиться процессам химического воздействия на составляющие их компоненты.

В работе изучено влияние концентрации щелочного агента в варочном растворе на остаточное содержание примесей. Полученные данные доказывают, что для интенсификации процессов делигнификации пенькового волокна использование только гидроксида натрия недостаточно, необходимо введение в варочный раствор восстановителя, который в композиции обеспечит синергический эффект растворения и удаления лигнина. Введение сульфида натрия значительно ускоряет процесс делигнификации, в то же время на разрушение целлюлозы присутствие восстановителя не оказывает существенного влияния. Процесс делигнификации практически заканчивается через 2 часа обработки, дальнейшее увеличение его длительности малоэффективно.

Воздействие щелочно-сульфидных систем при модификации лубяных волокон обеспечивает разрушение соединительных тканей, объединяющих элементарные волокна в пучок, и вызывает достаточно глубокие трансформации в их природной структуре. Сделанные

микрофотографии волокон показывают, что в результате химической обработки препаратов происходит дополнительное дробление и распад комплексов с образованием волокон, технические характеристики которых приближены к показателям, необходимым для совместной переработки с другими видами волокнистого сырья (линейная плотность – не более 3 текс, средняя длина – 40 - 50 мм).

Выявленные закономерности делигнификации и элементаризации конопляных волокон позволили разработать основные принципы построения технологической цепочки их механохимической модификации.

УДК 677.12

## ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНОПЛЯ КАК ИСТОЧНИК ПЕРСПЕКТИВНОГО ВОЛОКНИСТОГО СЫРЬЯ

Е.В. Ерохина, Н.С. Дымникова

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт химии растворов им. Г.А. Крестова Российской академии наук, Россия, Иваново

Российская текстильная промышленность сталкивается с критической зависимостью от импорта хлопка, усугубляемой геополитическими и климатическими факторами. Альтернативой выступают отечественные лубяные волокна, такие как лён и конопля. Стоит отметить, что несмотря на определенную схожесть в происхождении, лубяные волокна отличаются друг от друга как по морфологической структуре, так и по химическому составу. Конопляное волокно, обладая высокой урожайностью (до 20 т/га, что в три раза выше, чем у льна) и экологичностью, демонстрирует потенциал для замены хлопка. Однако его применение ограничено техническим текстилем из-за высокой жёсткости, обусловленной наличием лигнина (до 6–7%), пектинов (до 3–4%) и гемицеллюлоз (до 11–13%).

Цель исследования — разработка методов механохимической модификации для получения конопляного волокна, сопоставимого по характеристикам с хлопком.

Нами были исследованы два сорта конопляного волокна («Диана», «ЮСО») и льняное волокно. Проведена механохимическая обработка с использованием гидроксида натрия и сульфида натрия при варьируемых температурах (40–100°C) и концентрациях реагентов (4–20 г/л). Оценка эффективности обработок включала: измерение остаточной щелочи методом кислотно-основного титрования, определение содержания примесей, анализ морфологии волокон с помощью цифровой микроскопии.

В таблице представлены данные по изменению содержания основных примесей в волокнах в зависимости от увеличения гидроксида натрия в процессе высокотемпературных обработок.

| Примеси                | Концентрация гидроксида натрия, г/л | Остаточное содержание в волокне, % к абсолютно сухому волокну |      |         |
|------------------------|-------------------------------------|---|------|---------|
|                        |                                     | Диана   | ЮСО  | льняное |
| лигнин<br>Класона      | до обработки                        | 7,0   | 6,6  | 5,5     |
|                        | 4                                   | 5,0   | 6,3  | 2,8     |
|                        | 6                                   | 4,8   | 5,0  | 2,6     |
|                        | 8                                   | 4,6   | 4,2  | 2,2     |
|                        | 10                                  | 4,2   | 4,0  | 2,0     |
| пектиновые<br>вещества | до обработки                        | 4,3   | 3,9  | 4,4     |
|                        | 4                                   | 3,5   | 3,1  | 1,3     |
|                        | 6                                   | 3,0   | 2,9  | 0,9     |
|                        | 8                                   | 2,2   | 2,0  | 0,5     |
|                        | 10                                  | 1,7   | 1,4  | 0,2     |
| гемицеллюлозы          | до обработки                        | 11,3  | 11,0 | 10,2    |

|  |    |     |     |     |
|--|----|-----|-----|-----|
|  | 4  | 5,9 | 5,0 | 5,9 |
|  | 6  | 4,0 | 3,8 | 4,0 |
|  | 8  | 2,8 | 2,5 | 3,2 |
|  | 10 | 1,3 | 1,0 | 2,8 |

При химической модификации как льняного, так и конопляного волокна оптимальная концентрация NaOH составила 10 г/л при 100°C при этом происходит удаление до 60% лигнина, 35% пектинов и 90% гемицеллюлозы у конопли. Введение Na<sub>2</sub>S ускоряет делигнификацию в 1.5 раза: за 2 часа обработки удаляется до 85% лигнина, что сопоставимо с эффективностью обработки волокон льна.

Установлено, что в результате химической обработки происходит дробление комплексов с образованием волокон линейной плотностью  $\leq 3$  текс и длиной 40–50 мм, технические характеристики которых приближены к показателям, необходимым для совместной переработки с другими видами волокнистого сырья.



Несмотря на то, что конопля требует более агрессивных условий из-за высокой устойчивости лигноцеллюлозного комплекса, механохимическая обработка с восстановителем позволяет преодолеть эти ограничения, обеспечивая глубокую делигнификацию и приближение его характеристик к хлопкоподобным стандартам. Полученные волокна пригодны для производства бытового текстиля, что расширяет сферу применения конопли за пределы технического назначения, что укрепляет сырьевую независимость России и соответствует глобальным трендам устойчивого развития

УДК 677.027.5

## МОДИФИКАЦИЯ ХЛОПКОВОГО СУБСТРАТА В ТЕХНОЛОГИИ INKJET ПЕЧАТИ

А.В. Захарова, Н.А. Тихомирова

Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна

Рассматривая традиционные операции химической технологии волокнистых материалов с позиций физической и химической модификации свойств текстильного материала для придания комплекса потребительских свойств [1], надо отметить важность такого подхода для реализации современной цифровой печати.

Современное цифровое оборудование для печати текстильных материалов дает дополнительные возможности при узорчатой расцветке текстильных материалов различного волокнистого состава и структуры, среди которых можно отметить ресурсосбережение при высоком качестве художественно-колористического оформления [2-3]. Ресурсосбережение достигается как в результате экономии на стадии подготовки носителя печатного рисунка, а именно отсутствует необходимость изготовления шаблонов, так и в процессе реализации непосредственно технологии печати. В отличие от традиционного оборудования, текстильные принтеры позволяют минимизировать расход красителей за счет использования наукоемких, высокоточных пьезоэлектрических печатающих головок [4]. Внедрение капле-струйной InkJet технологии требует усовершенствовать последовательность и назначение операций, предполагающих модификацию, как текстильного полотна, так и волокнообразующего



полимера. Таким образом, для реализации печати рулонных текстильных материалов на принтере предполагается предобработка [5], обеспечивающая придание некоторой жесткости-бумагоподобности полотну и реакцноспособности волокну для взаимодействия с красителем.

Основной задачей проведенного исследования явилось повышение степени фиксации активных красителей на хлопковом волокне при капле-струйной технологии узорчатой расцветки текстильных материалов. Проведенные исследования показали, что водные растворы активных красителей при больших концентрациях характеризуются хорошей агрегативной устойчивостью, но наличие гидролизованной формы нельзя исключить. В условиях минимизированного нанесения раствора красителя на волокно, стоит задача достичь максимальной фиксации красителя в активной форме, а гидролизированный краситель либо удалить, либо его зафиксировать, обеспечивая устойчивость и интенсивность окраски. [2,6] Для выявления наличия и процентного содержания гидролизованного красителя в выпускной форме Активного желтого светопрочного 2 КТ применяли метод восходящей бумажной хроматографии. Для повышения степени фиксации красителя на хлопковом волокне были применены аминоксодержащие препараты, роль которых оценивалась методом ИК-спектроскопии (ИК - Фурье спектрометр FTIR-8400S, Shimadzu). Интенсивность окраски и устойчивость к стирке оценивали с применением оптической спектроскопии и программного обеспечения на спектрофотометре Color i5 и ГОСТом Р ИСО 105.

В процессе исследования, для получения максимально четких результатов, были апробированы ряд составов элюентов и хроматографической бумаги и определены значения  $R_f$  различных форм активного винилсульфонового красителя. Результаты для оптимального варианта представлены в таблице 1.

Таблица 1.

| Показатели $R_f$ хроматографии Активного желтого светопрочного 2КТ   |   |  |  |
|--|---|--|--|
| Оптимальные условия определения величины $R_f$   | Значение $R_f$ в форме  |  |  |
| Бумага: Filtrak FN6 медленная, плотность 120-125 г/м <sup>2</sup><br><br>Элюент: Бутанол-уксусная ледяная кислота-вода- ДМФ-пропиленкарбонат (4:3:2:1:1:1) | Xp-SO <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -OSO <sub>3</sub> Na | Xp-SO <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -OH | Xp-SO <sub>2</sub> -CH=CH <sub>2</sub> |
|  | 0,45  | 0,62   | 0,84                                   |

Анализ результатов хроматографического исследования показал, что в выпускной форме Активного желтого светопрочного 2КТ содержится около 10% гидролизованного красителя, 60% в эфирной форме и 20% в винилсульфоновой.

Фиксацию активного красителя на волокне осуществляли в среде горячего воздуха при термообработке в течении 3 мин. при температуре 150°C. Анализ ИК-спектров исходного целлюлозного волокна, окрашенного волокна с интенсификаторами фиксации красителя и без них, показал изменения в спектрах, по которым можно предположить модификацию волокна в результате изменения полосы колебания(поглощения) функциональных (реакционноспособных -ОН) групп макромолекулы целлюлозы. Полученные результаты подтверждаются показателями устойчивости окраски, представленными в таблице 2.

Таблица 2.

| Влияние интенсификатора на колористические характеристики окраски |                                   |   |
|---|-----------------------------------|---|
| Предобработка   | Интенсивность окраски,<br><br>K\S |   |
|   | после термообработки              | После обработки в растворе СМС          |
|   |                                   | Устойчивость окраски к стирке А1S, балл |

|                            |       |       |       |
|----------------------------|-------|-------|-------|
| Состав с интенсификатором  | 20,75 | 15,14 | 4/5/5 |
| Состав без интенсификатора | 19,85 | 11,22 | 2/5/5 |

Проведенные исследования показали повышение степени фиксации красителя на волокне при использовании состава с интенсификатором на стадии предобработки, стадии, необходимой в современном подходе построения технологии для реализации стабильной работы текстильного принтера и, в определенной степени, печатающей головки.

#### Список литературы

1. Кричевский, Г.Е. Водные технологии модификации волокнообразующих полимеров -основа химической технологии производства текстиля: учеб. пособие / Г.Е. Кричевский; Федер. гос. бюджет. учреждение науки Ин-т химии растворов им. Г.А. Крестова Рос. акад.наук., Федер. гос. бюджет. учреждение высш. проф. образования Моск. гос. ун-т технологий и упр. им. К.Г. Разумовского. – Иваново: Иваново, 2014. – 61 с.
2. Третьякова, А. Е. Инновационные технологии в цифровой печати / А. Е. Третьякова, М. В. Пыркова, В. В. Сафонов // Современные инженерные проблемы в производстве товаров народного потребления: Сборник научных трудов Международного научно-технического симпозиума, Международного Косыгинского Форума, Москва, 29–30 октября 2019 года. Том Часть 2. – Москва: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)", 2019. – С. 51-56.
3. Тихомирова, Н.А. Особенности текстильной печати с применением цифровых технологий / Н.А. Тихомирова, А.В. Захарова, П.В. Трофимов, А.А. Павлов // Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоемкие технологии и материалы (SMARTEX). – 2018. – №. 1-1. – С. 124-128.
4. Ткань Хлопок Принтер // SinoColor: сайт. – URL: <http://m.ru.best-uvprinter.com/large-format-printer/dtg-printer/cloth-cotton-printer.html> (дата обращения: 10.05.2025).
5. Гранатович, Н.Н Разработка технологии эффективной подготовки текстильных материалов под цифровую печать активными красителями с применением катионных препаратов. / Н.Н. Гранатович, М.К. Тараканов, Г.Е. Кричевский // Журнал «Текстильная промышленность», Научный альманах, спецвыпуск. – 2006. – №. 7. – С. 30-35.
6. Martin, F.-C. An analysis of the substantivity of hydrolysed reactive dyes and its implication for rinsing processes / F.-C. Martin // Coloration Technology: Society of Dyers and Colourists – 2012. – N 129. – С.24-31.

УДК 677. 025.125

### **РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ТЕРМООБРАБОТКИ ВЛАЖНОГО ХЛОПКА-СЫРЦА И ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЕЁ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ**

Иброгимов Х.И.

Технологический университет Таджикистана, Таджикистан, Душанбе

Использование ресурсосберегающих технологий во всех отраслях промышленности для суверенного Таджикистана является основной задачей и развитие всех сфер экономики республики напрямую зависит от эффективного использования основных богатств страны, в первую очередь гидроэнергетических запасов и в больших объемах запасов угля.

При нынешнем времени в условиях рынка модернизация оборудования необходима для достижения требуемого качества выпускаемых на нем продукции и выходит на первое место по отношению к вопросу производительности.

На хлопкоперерабатывающих предприятиях страны для обеспечения сушки в хозяйствах использованы топочные агрегаты работающие на жидком и газообразном виде

топливо, и для их функционирования были применены тракторный керосин, дизельное топлива, мазут и природный газ. Но начиная с 2007 года, когда в республике были внедрены международные стандарты на хлопок-сырец и хлопковое волокна, порядок работы и структура сушильных цехов хлопкозаводов несколько изменилось. Основным требованием международного стандарта являлось сохранение природного цвета волокна. Поэтому задача состояла в разработке новых доступных теплообразователей, которые должны работать от местных ресурсов, т.е. производства импортозамещающих технологий, оборудования и продукции. С этой целью нами были разработаны новые теплообразователи, работающие от электроэнергии и природного угля, вырабатывающие экологически чистые теплоносители для использования в сушильном хозяйстве хлопкоперерабатывающих предприятий страны [1, 2].

Повышение экономической эффективности внедрения новой техники и технологии будет оправдано лишь тогда, когда оно приведет к снижению себестоимости, повышению производительности труда, улучшению условий труда, повышению качества продукции.

Основной показатель эффективности внедрения новой техники – экономический эффект, определение которого основывается на сопоставлении приведенных затрат по заменяемой (базовой) и внедряемой (новой) технике [3, 4].

Экономический эффект представляет собой суммарную экономию всех производственных ресурсов, которую получит народное хозяйство в результате производства и использования новой техники, которая в конечном счете выражается в увеличении национального дохода.

Экономическая эффективность от использования дизельного топлива.

Экономический эффект от внедрения новой техники определяется:

$$\mathcal{E} = [(C_1 + E_n \cdot K_1) - (C_2 + E_n \cdot K_2)], \quad (1)$$

где,  $C_1, C_2$  – себестоимость базового и нового топочного агрегата;

$E_n$  – нормативный коэффициент капитальных вложений (0,15);

$K_1, K_2$  – удельные капитальные вложения до и после внедрения новой техники.

В базовом топочном агрегате насос Г-11-11 подает жидкое топливо в топочный агрегат СТАМ-К-2 и для сушки хлопка-сырца затрачивается 8 л/мин жидкого топлива, которое приводится в действие от электродвигателя мощностью 1,0 кВт и для транспортирования сушильного агента 30 кВт (ВЦ-10). Кроме того, вентиляторы первичного воздуха потребляют 4,0 кВт и вторичного воздуха 5,0 кВт, всего в одну смену потребляется 320 кВт электроэнергии (40 кВт\*8 час) и составляет 150,4 сомони (320 кВт\*0,47 сом). Цены на электроэнергию и топливо приняты в период, когда функционировали данные топочные агрегаты, работающие на жидком виде топлива.

Затраты топочного агрегата на жидком топливе для сушки влажного хлопка-сырца за одну смену составляет 2880 сомони (480 л · 6 сом.).

Сумма затрат базового топочного агрегата (действующего на жидком виде топлива) за смену составляет 3030,4 сомони (150,4+2880).

В новом топочном агрегате согласно Малого патента ТЈ № 956 за 8 часов работы с дополнительным обогреванием зданий цеха и увлажнения хлопкового волокна затрачивается 500 кг природного угля. При цене 0,60 сомони за 1,0 кг угля составляет 300 сомони, а затраты на использование электроэнергии составляет 112,8 сомони (транспортирование сушильного агента с ВЦ-10, 30 кВт/час · 0,47 сом.).

Сумма затрат нового топочного агрегата за смену составляет 412,8 сомони (300+112,8).

При применении нового теплообразователя экономический эффект составит:

$$\mathcal{E} = [(3030,4 + 0,15 \cdot 3000 \text{ сомони}) - (412 + 0,15 \cdot 3000 \text{ сомони})] = 2617,6 \text{ сомони/смену.}$$

Расход материалов для изготовления одной установки теплообразователя составляет около 2000 сомони, а общая сумма расходов для изготовления двух установок с учетом прочих расходов составляет около 7000 сомони.

Расход электроэнергии на две установки составляет около 100 кВт·час, при цене за 1 кВт электроэнергии для промышленных предприятий 46 дирам (0,46 сомони) без учета НДС.

Хлопкоперерабатывающие предприятия работают в две смены, тогда экономический эффект за один месяц работы теплообразователя составляет около 157056 сомони.

Использование установки электрического теплообразователя по сравнению с топочными агрегатами, работающими на дизельном топливе при переработке 10000 тонн хлопка-сырца даст экономический эффект в размере 48269 у.е.

Таким образом, применение новых ресурсосберегающих технологий на хлопкоперерабатывающих предприятиях весьма эффективны, в связи с тем, что, во-первых, используются местные дешевые ресурсы, являющиеся импортозамещающей продукцией, во-вторых сохраняется важнейший качественный показатель хлопкового волокна – её природный цвет, который на ряду с другими параметрами определяет её стоимость на внешнем рынке.

#### Список литературы

1. Иброгимов Х.И., Рузиев Р.Б. и др. Теплообразователь. Малый патент № TJ 82.
2. Иброгимов Х.И., Рузиев Х.Г. и др. Теплообразователь. Малый патент № TJ 956.
3. Бабук, И.М. Расчет экономической эффективности внедрения новых технологических процессов: учебно-методическое пособие // И.М. Бабук, А.А. Королько, С.И. Адаменкова, Е.Н. Костюкевич. – Минск: Белорусский национальный технический университет, 2010. – 56 с.
4. Баторова, С.Р. Расчет экономической эффективности внедрения новой техники на предприятиях легкой промышленности. Методические указания по выполнению экономической части дипломного проекта для студентов специальности 1504.06 «Машины и аппараты текстильной, легкой промышленности» 1504.08 «Бытовые машины и приборы» / С.Р. Баторова Р.Д. Алексеева. – Улан-Удэ, 2006. – 20 с.

УДК 677.027

### **МОДИФИКАЦИЯ ЦЕЛЛЮЛОЗОСОДЕРЖАЩИХ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПОД СУБЛИМАЦИОННУЮ ПЕЧАТЬ**

М.Н. Ионкина, О.В.Козлова

Ивановский государственный химико-технологический университет, Россия, Иваново

Задачи создания и применения эффективных отечественных препаратов или составов предпечатных композиций для обработки целлюлозосодержащих тканей полностью не решены, или находятся в стадии разработки. Следовательно, настоящее исследование по разработке отечественной композиции для праймирования тканей и трикотажного полотна под сублимационную печать является актуальным.

Традиционно переводную печать сублимационным способом реализуют на синтетических волокнах, преимущественно полиэфирных в силу высокого сродства дисперсных красителей к волокну. Печать этим способом по целлюлозным тканям с качественным полноценным переносом красителя в волокно возможна только после предварительной модификации ткани.

Целью работы явилось изучение возможности использования полимеров акриловой и уретановой природы отечественного производства в качестве модификаторов под переводную термопечать. Кроме того, интерес представляет создание такой полимерной композиции, которая сообщала бы дополнительный водоотталкивающий эффект.

Многочисленные исследования показали, что важными свойствами, определяющими пригодность полимера для модификации текстильного материала, являются эластичность, прозрачность, прочность образующейся на поверхности ткани пленки, которые в немалой степени зависят от строения, свойств и мономерного состава сополимеров. Ранее проведенные исследования по изучению свойств текстильных материалов, обработанных полимерами, позволили из всего многообразия выбрать полимерные препараты, лучшим образом отвечающие требованиям к набивным тканям бытового назначения (обеспечение прочной

фиксации красителя на ткани, придание мягкого грифа при отсутствии пожелтения обработанного материала). Это акрилаты отечественной компании ООО «Сван». Однако при высоких колористических эффектах переводной печати они не отвечают требованиям гидрофобности материалов.

Вариантом получения колорированной ткани с гидрофобным эффектом явилась переводная печать на хлопкополиэфирной ткани. Высокий эффект гидрофобизации модифицированной ткани (краевые углы смачивания достигали 120 град) сопровождался привлекательными колористическими показателями: улучшилась чистота окрасок, насыщенность окрасок повысилась на 15-20%, качество удовлетворяло требованиям прочной окраски. Рисунки полученных тканей и вид ВО отделки, представленные на рисунке, свидетельствуют об эффективности этого метода колорирования по модифицированной ткани.

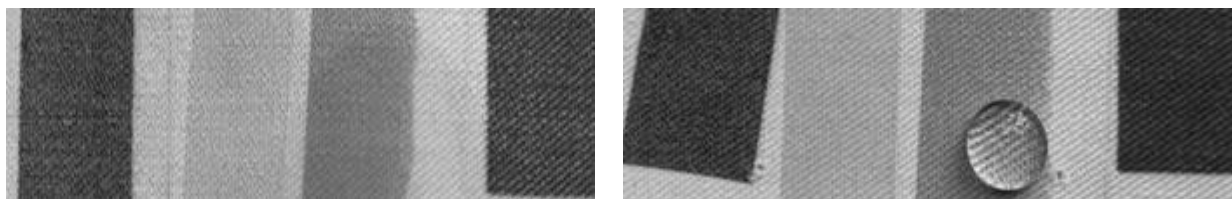


Рисунок. Эффект ВО отделки на модифицированных и напечатанных тканях: акрилатами (слева); перфторакрилатами (справа)

УДК 541.64.547.39

## **ВЛИЯНИЕ АНТИПИРЕНОВЫХ КОМПОЗИЦИИ НА ОГНЕЗАЩИТНЫЕ СВОЙСТВА ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

Р.И. Исмаилов<sup>1</sup>, Н.С. Султанова<sup>1</sup>, Р.М. Исмаилова<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ташкентский государственный технический университет имени Ислама Каримова,  
Узбекистан, Ташкент

<sup>2</sup>Национальный институт искусства и дизайна, Узбекистан, Ташкент

Известно, что при термическом воздействии на текстильные материалы, модифицированные с использованием антипиренов олигомерной или полимерной природы, происходит формирование защитных барьеров, препятствующих распространению пламени. Придание текстильным материалам, изготовленным из натуральных и синтетических волокон, свойств трудногорючести представляет собой актуальную задачу, учитывая их широкое применение в различных отраслях — от автопрома (внутренняя отделка салонов и обивка сидений) до мебельной и строительной индустрии (интерьерные элементы, противопожарные покрытия и т.д.). Эффективным подходом к решению данной задачи является пропитка текстильных изделий композициями на основе полимерных и олигомерных антипиренов [1, 2].

С целью оценки эффективности предложенных антипиреновых композиций были проведены сравнительные испытания, направленные на определение уровня горючести исходных и модифицированных текстильных материалов. В качестве модифицирующих агентов применялись антипирены олигомерной структуры. Испытания проводились с использованием лабораторной установки в соответствии с требованиями ГОСТ 28157-89, регламентирующего методы определения устойчивости материалов к воздействию пламени.

Настоящее исследование направлено на разработку эффективной методики снижения воспламеняемости волоконных и текстильных материалов путём их модификации антипиреновыми композициями, обеспечивающими высокий уровень огнестойкости и улучшенные эксплуатационные характеристики. Предполагается, что такие материалы могут быть использованы как противопожарные покрытия (например, кошмы) для начального тушения очагов возгорания, а также в качестве огнезащищённых изделий бытового

назначения. В рамках поставленной задачи образцы тканей подвергались обработке антипиреновыми растворами. Далее, на базе Научно-исследовательского центра при Академии Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Узбекистан были проведены сравнительные испытания, направленные на определение степени горючести полученных модифицированных волокон и текстильных образцов. В рамках экспериментальной программы была осуществлена обработка текстильных образцов растворами антипиренов олигомерного характера. После модификации проводилась оценка показателей горючести по методу потери массы при воздействии открытого пламени, а также времени горения. Испытания проводились с применением аспирационной огневой трубы, что позволило более точно определить характеристики воспламеняемости

Экспериментальная установка размещалась в вытяжном шкафу для обеспечения безопасных условий испытаний. Каждое измерение сопровождалось обязательной вентиляцией помещения. В качестве источника открытого огня использовалась горелка Бунзена со следующими параметрами: длина патрубка - от 80 до 100 мм, внутренний диаметр - от 9,4 до 11,0 мм. Образцы закреплялись в вертикальной или горизонтальной ориентации при помощи лабораторного штатива. В процессе испытаний пламя горелки направлялось к нижнему краю свободного конца образца, при этом центральная ось горелки совпадала с продольной осью материала. Воздействие пламени осуществлялось на глубину около 6,5 мм в течение строго определённого времени. После этого горелка удалялась, и фиксировались следующие параметры: продолжительность горения (t), количество образцов, полностью сгоревших до крепежной точки, а также изменение массы каждого образца. Для установления принадлежности исследуемых образцов к конкретной категории огнестойкости использовалась методика, предполагающая воздействие пламени на центр свободного конца образца в течение 5 секунд.

В ходе анализа учитывались следующие параметры: средняя продолжительность горения после воздействия пламени; число образцов, достигших точки крепления до прекращения горения; доля потери массы в результате термического разрушения.

Размеры испытуемых образцов составляли 3×2,5×1 мм. Для получения объективных данных были протестированы 10 типов тканей, каждый из которых испытывался в двух экземплярах. Наблюдения показали, что отдельные образцы (например, №3, №7 и №8) продолжали тлеть после удаления источника огня. В то же время образцы под номерами №2 и №9, согласно нормативам ГОСТ 28157-89, продемонстрировали характеристики, соответствующие категории ПВ-0 — наивысшему классу огнестойкости. Испытания образцов проводились с использованием аспирационной огневой трубы, где фиксировалось время воздействия открытого пламени на материал (φ, сек). Показатели горючести определялись преимущественно на основе изменения массы образцов после теплового воздействия. Все результаты были систематизированы в таблице, отражающей степень термической устойчивости различных типов тканей.

Таблица.

Результаты исследований текстильных материалов на основе целлюлозы  
на установке по определению скорости распространения горения

| №<br>образ<br>ца | Масса образца, г         |                    |      | Потеря в массе, Дм |      |       |    |    |       | φ(с)<br>±0,5<br>сек |
|------------------|--------------------------|--------------------|------|--------------------|------|-------|----|----|-------|---------------------|
|                  | До<br>испытания<br>±0,02 | После<br>испытания |      | г                  |      |       | %  |    |       |                     |
|                  |                          | I                  | II   | I                  | II   | средн | I  | II | средн |                     |
| 1                | 0,20                     | 0,10               | 0,03 | 0,10               | 0,17 | 0,13  | 50 | 85 | 67    | 2                   |
| 2                | 0,20                     | 0,09               | 0,12 | 0,11               | 0,08 | 0,09  | 55 | 40 | 47    | 2                   |
| 3                | 0,20                     | 0,02               | 0,01 | 0,18               | 0,19 | 0,19  | 90 | 95 | 92,5  | 2                   |
| 4                | 0,20                     | 0,11               | 0,09 | 0,09               | 0,11 | 0,10  | 45 | 55 | 50    | 2                   |
| 5                | 0,20                     | 0,10               | 0,10 | 0,10               | 0,10 | 0,10  | 50 | 50 | 50    | 2                   |
| 6                | 0,20                     | 0,13               | 0,05 | 0,07               | 0,15 | 0,11  | 46 | 75 | 55    | 2                   |

|    |      |      |      |      |      |      |    |    |    |   |
|----|------|------|------|------|------|------|----|----|----|---|
| 7  | 0,20 | 0,02 | 0,02 | 0,18 | 0,18 | 0,18 | 90 | 90 | 90 | 2 |
| 8  | 0,20 | 0,04 | 0,04 | 0,16 | 0,16 | 0,16 | 80 | 80 | 80 | 2 |
| 9  | 0,20 | 0,10 | 0,18 | 0,10 | 0,02 | 0,06 | 50 | 10 | 30 | 2 |
| 10 | 0,20 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 50 | 50 | 50 | 2 |

Анализ полученных данных демонстрирует, что обработка текстильных материалов антипиреновыми олигомерами способствует значительному снижению скорости распространения пламени. За счёт образования защитного слоя происходит замедление процессов термического разрушения, что подтверждается меньшими потерями массы по сравнению с необработанными аналогами.

Результаты проведённого исследования показали, что применение антипиреновых композиций на основе элементов, содержащих фосфор, кремний, магний и азот, оказывает существенное влияние на снижение воспламеняемости текстильных волокон, что делает их перспективными для широкого использования в области создания огнестойких материалов.

#### Список литературы

1. Stęplewski, W. Novel Method of Preparing Flame Retardant Cellulose-Silicate Fibres / W. Stęplewski, D. Wawro, J. Kazimierzak // *Fibres & Textiles in Eastern Europe*. – 2010. – V. 18. – N 3(80). – P. 24-32.

2. Дьяченко, В.В. Инновационные текстильные огне- и термостойкие материалы для спецодежды и средств индивидуальной защиты / В.В. Дьяченко, Л.С. Ковальчук, Е.П. Лаврентьева, М.П. Михайлова, Н.Н. Школа // *Технический текстиль*. – 2011. – №. 26. – С. 43-49.

УДК.546 (076.5)

### СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОДГОТОВКИ КОКОНОВ К РАЗМОТКЕ

А.Б. Ишматов, З.Г. Хакимова, Н.Р. Файзова

Технологический университет Таджикистана, Таджикистан, Душанбе

Получение высококачественных коконов во многом зависит от количества и качества листа шелковицы. Урожайность и питательность листа, в свою очередь, зависит от сорта шелковицы, типа плантации, уровня агротехники, а также наличия влаги и питательных элементов в листьях.

Обеспечение кормовой базы шелководства должно производиться за счет посадки новых эффективных насаждений шелковицы и организации специальных тутовых плантаций.

В настоящее время по республике имеется около 20 млн тутовых деревьев в возрасте от 1 до 50 лет, посаженных вдоль дорог и по периметру хлопковых полей. При среднем годовом сборе с одного тутовника 10 кг листьев, общее количество листьев для выкормки шелкопряда по республике составляет 20 млн х 10 кг = 200 млн кг или 200 тыс. тн. При этих условиях сегодня по республике произведено около 1 тыс. тн коконов, что позволяет получить 300 тн шелка-сырца (при выходе 30 %) или 3 млн м ткани (при плотности 100 г/м).

Взамен этого нами предлагается переход на создание мини-агропромышленных комплексов (АПК) в каждом районе республики. На примере района Рудаки г. Гиссара, функционируют 13 сельских общин (джамоатов), в каждом джамоате в среднем по 20 фермерских хозяйств.

Предлагается на базе каждого джамоата образовать ассоциацию фермерских хозяйств «Шелк», всего 13 ассоциаций по району. Каждое фермерское хозяйство со своего земельного фонда выделяет по 1 га орошаемой или неорошаемой (багорной) земли

под размещение создаваемого агропроизводственного комплекса (АПК) «Шелк». На этой объединенной площади в 13 га. будут размещены тутовая плантация, выкормочное помещение, складские и подсобные помещения, цеха по переработке коконов согласно рисунку.

На орошаемой части выделенной территории будет продолжено обновление старых кустовых деревьев на новые перспективные сорта. На этих же землях с площадью 10 га. будут организована посадка 2-летних саженцев тутовых деревьев бессемянных сортов. Саженьцы также будут посажены на неорошаемых и холмистых (неиспользуемых) участках с использованием технологии капельного орошения. В пределах каждого района на площади 10 га планируется посадить 10 х 10 тыс. = 100 тыс. тутовых саженцев. При котором общий объем листьев составит примерно: 100 000 шт. х 10 кг. = 1000 т., если для выкормки 1- коробки гусеницы расходуется в среднем 1000 кг, то за счет полученного урожая листов можно выкормить 1000 коробок гусениц. Из них можно будет получить 1000 кор х 50 кг. = 50 тонн коконов в год.

Производственный процесс от получения коконного сырья до его переработки в готовую ткань включает следующие этапы.

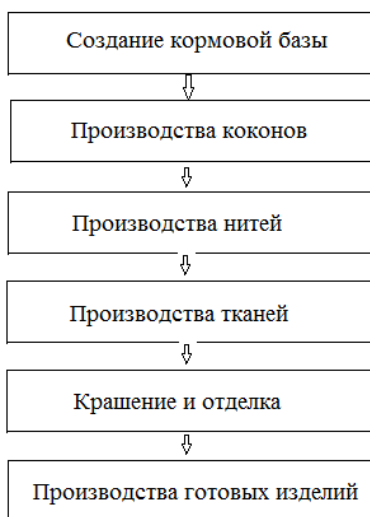


Рисунок. Производственный процесс от получения коконного сырья до его переработки в готовую ткань

В тоже время, согласно Письму Грензавода (г. Душанбе от 211 06. 2016 за № 19) в настоящее время в р. Рудаки имеется 49500 шт кустовых и 5,31 га. тутовых плантаций, за счет которых намечается выкормить 330 коробок гусениц и из них получить 16 тонн коконов.

Кроме того, при использовании посадки саженцев по варианту 2 рис.2, хотя урожайность листьев с каждого гектара уменьшится в два раза за то, увеличится эффективность использования земли также в два раза больше чем в 2 раза. за счет сельхозкультур получаемых из между грядками тутовых саженцев.

При распространении данного метода в 50 районах республики, общий объем производства коконов составит: 50 районов по 50 тонн = 2.5 тыс. тонн, что на 1,5 раза больше чем сегодня.

#### Список литературы

1. Ишматов, А.Б. Пути развития шелководства в республике Таджикистан / А.Б. Ишматов, З.А. Яминова // Ж. Технология и качества. КГТУ Кострома, 2018.



2. Ишматов, А.Б. Достижения и перспективы развития шелководства в Республике Таджикистан / А.Б. Ишматов, А. Абдунабиев, А. Файзов // Доклады ТАСХН, №4. – Душанбе, 2015.–С. 18-22.

3. Салимджанов, С. Совершенствование технологии повышения продуктивности тутового шелкопряда и переработка коконов в условиях северного Таджикистана: автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. сельскохозяйств. наук: 06.02.10 / Салимджанов Сангинджон; Таджикский аграрный университет им. Ш. Шотемур. – Душанбе, 2011. – 23 с.

4. URL: <https://mts.tj/modernizasiyai-manbai-kirmakparvarii-vatashkili-kompleksxoisanoatiyu-agrarii-in-soxa-dar-ravandi-korkardi-purraiyu-amiki-maxsulotxoi-abreshimi-chumxurii-toqi/https://mts.tj/>.

5. Ishmatov A.B. Test for impact of knots on tread tension difference while rewinding / A.B. Ishmatov Science and Education: Munich, Germany, 2024. – P. 459-465.

УДК 678; 621.318.1

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ МЕТАЛЛСОДЕРЖАЩИХ НАНОЧАСТИЦ ДЛЯ МОДИФИКАЦИИ ПОЛИПРОПИЛЕНОВЫХ ВОЛОКОН

В.Е. Кириллов<sup>1</sup>, Н.П. Пророкова<sup>2</sup>, Г.Ю. Юрков<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ФИЦ химической физики им. Н.Н. Семенова Российской академии наук, Россия, Москва,

<sup>2</sup> Институт химии растворов Российской академии наук, Россия, Иваново

Полипропиленовые (ПП) волокна активно используются в различных сферах промышленности. Современные требования к характеристикам материалов стимулируют разработку новых методов модификации волокон. Особую перспективу представляют наночастицы как модификаторы, способные значительно улучшить свойства полимерных материалов. Однако классические технологии их внедрения неприменимы по причине склонности нанообъектов к агрегации. Эффективным решением является использование дополнительного полимера, который обеспечивает стабилизацию наночастиц. Это позволяет создавать материалы с новыми свойствами без потери механической прочности и химической устойчивости. Получаемые таким образом композитные волокна обладают повышенной прочностью, гибкостью, электропроводностью, бактерицидными свойствами и оптимальными трибологическими характеристиками [1-2].

В данном исследовании были созданы и изучены двухкомпонентные системы на основе ПП волокон с модификатором на основе полиэтилена низкой плотности (ПЭНП) или ультрадисперсного политетрафторэтилена (УПТФЭ), содержащим металлические наночастицы.

Использование Mn-содержащих модификаторов на основе ПЭНП при создании нитей из расплава ПП позволяет существенно улучшить их эксплуатационные характеристики. Благодаря этим материалам увеличивается прочность нитей при разрыве, что особенно заметно при использовании ПЭНП в малых концентрациях (до 7.5 мас. %). Высокая равномерность распределения наночастиц обеспечивает стабильность физико-механических и функциональных свойств по всей длине нити. Малые добавки ПЭНП также способствуют увеличению степени кристалличности ПП и уменьшению размеров его кристаллитов. Наночастицы марганца придают ПП нитям антимикробные свойства, делая их эффективными против ряда патогенных микроорганизмов, включая грамположительные бактерии и патогенные грибки (таблица 1).

Таблица 1.

Влияние концентрации Mn-содержащих наночастиц на ингибирование жизнедеятельности микроорганизмов

|  | Ингибирование жизнедеятельности микроорганизмов, % |
|--|--|
|--|--|

| Концентрация Mn-содержащих наночастиц, мас. % | Escherichia coli | Staphylococcus aureus | Candida albicans |
|---|------------------|-----------------------|------------------|
| 0   | 39               | 46                    | 41               |
| 0,35  | 51               | 96                    | 91               |
| 0,5   | 49               | 96                    | 92               |
| 0,6   | 51               | 97                    | 94               |

Использование нанокompозитов на основе УПТФЭ и сульфида цинка ZnS для модификации ПП волокон приводит к улучшению их механических свойств. Наблюдается увеличение модуля упругости на 17 % по сравнению с исходными нитями, а также рост прочности при разрыве (таблица 2). Такое улучшение связано с устранением дефектов на поверхности нитей после нанесения полимерного модификатора. Важно отметить, что данный процесс не влияет на степень кристалличности полипропиленовых волокон, что сохраняет их физико-химические свойства.

Таблица 2.

Механические характеристики исходных и модифицированных волокон на основе ПП и нанокompозита УПТФЭ+ZnS ( $\varepsilon_{\max}$  – предельное удлинение;  $\sigma_p$  – прочность; d – диаметр; E – модуль упругости)

| Вид нити  | $\varepsilon_{\max}$ , % | $\sigma_p$ , МПа | d, мкм | E, ГПа  |
|---|--------------------------|------------------|--------|---------|
| Без модифицирования   | 23±2                     | 572±50           | 44±7   | 6,6±0,7 |
| Объемное модифицирование  | 25±1                     | 553±40           | 44±6   | 6,8±0,5 |
| Фторопластовое покрытие, содержащее 0,2 мас.% нанокompозита   | 24±3                     | 581±62           | 44±6   | 7,3±0,9 |
| Фторопластовое покрытие, содержащее 0,2 мас.% нанокompозита, сформированное после УЗ обработки композиции | 21±2                     | 620±57           | 43±7   | 7,7±0,7 |

Разработанный метод модификации ПП волокон отличается простотой и экономичностью по сравнению с традиционными технологиями, что делает его интересным для практического применения. Нанокompозитные покрытия обеспечивают защиту волокон, увеличивают их механическую прочность, снижают электрическое сопротивление и предотвращают рост микроорганизмов. Такие нити могут использоваться в производстве упаковочной продукции, геотекстиля, медицинских изделий и других товаров для создания антимикробных поверхностей.

*Работа выполнена по государственному заданию ФИЦ ХФ РАН (125012200641-2).*

#### Список литературы

1. Yurkov, G. Polypropylene filaments modified with manganese-containing nanoparticles / G. Yurkov, N. Prorokova, A. Kozinkin, S. Vavilova, V. Solodilov, A. Maksimova, V. Vlasenko, V. Kirillov, V. Buznik // Mech. of Comp. Mat. – 2022. – V. 58. – N 5. – P. 705.
2. Кириллов, В.Е. Влияние поверхностной обработки композиционных полипропиленовых волокон на их свойства / В.Е. Кириллов, Г.Ю. Юрков, Н.П. Пророкова, С.Ю. Вавилова, А.А. Ашмарин, В.И. Солодилов, А.С. Воронов, Д.А. Звягинцев, В.М. Бузник // Химическая Физика. – 2025. – Т. 44. – №. 2. – С. 99–110.

О.А. Казаков, Э.Ф. Вознесенский

ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», г. Казань

В области огнезащиты материалов наблюдается переход от «традиционных» фосфоросодержащих антипиренов к экологическим альтернативам. Такими материалами являются неорганические антипирены на основе алюмосиликатов или гидрооксидов металлов [1]. Часто в качестве огнестойкого минерально-силикатного соединения применяется муллит [2]. Потенциально можно использовать и другие силикатные породы, например монтмориллонит, который известен своими сорбционными свойствами [3]. Монтмориллонит термически устойчив вплоть до температуры 940°C [4].

Природный монтмориллонит имеет слоистую структуру и в межслоевом пространстве содержит катионы натрия или кальция (натриевая или кальциевая форма, соответственно) [3]. Метод модификации путем замещения катионов металлов в межслоевом пространстве (интеркаляция) на функциональные компоненты позволяет получить комбинированные структуры с требуемыми свойствами.

Интумесцентные антипирены – это материалы способные увеличиваться в объеме под действием повышенных температур [5]. Интеркаляция монтмориллонита интумесцентными компонентами позволит получить функциональный антипирен в термостойкой алюмосиликатной матрице.

В качестве исходного материала выбран монтмориллонит марки Монамет 1Н1 (АО «Метаклэй», г. Москва). Для модификации применялись такие интумесцентные добавки как, сульфат меди, сульфат цинка, нитрат никеля, полифосфат аммония (ПФА) и сульфат аммония.

Модификация происходила путем замещения свободного натрия в межслоевом пространстве на соли металлов. Для этого готовились, водная суспензия монтмориллонита и солей металлов, которые гомогенизировали при частоте оборотов мешалки 10 000 мин<sup>-1</sup> в течение 15 мин до однородности. Затем раствор силикатов обрабатывали ультразвуком в течение 5 мин для расслоения глины и увеличения межслоевого пространства. Растворы интумесцентных компонентов по каплям добавлялись в раствор алюмосиликатов при постоянном перемешивании и температуре 70–80 °С. Образцы высушивались в течение 6 ч при температуре 120 °С до постоянной массы [6].

Анализ образцов проводился методом дифференциального термического анализа на термоанализаторе STA6000 Perkin Elmer (США), при скорости нагрева 0,1 °С/мин, в диапазоне температур 30–800°C. Результаты термического анализа полученных образцов представлены на рисунках 1, 2.

На основе представленных ДТГ-кривых можно сделать вывод, что при модификации сульфатом аммония (рисунок 1, зеленая кривая) эндотермическая реакция протекает в несколько этапов, при этом сама добавка активируется при 300°C и 450°C, что соответствует высокой степени отдачи воды из структуры. Из этого следует что при данных температурах активируется дополнительное охлаждение материала.

Система с полифосфатом аммония (рисунок 1, синяя кривая) активируется при более низких температурах, при этом кривая термического разрушения фиксируется на длительном промежутке температур, что говорит о том, что образцы охлаждаются более длительное время, что соответствует, тому, что при данных температурах будет происходить замедление горения за счет дополнительных эндотермических реакций.

Эндотермическая реакция при модификации солями металлов следует одной тенденции (рисунок 2). Пики кривых характерные для монтмориллонита смещаются вправо, при этом добавляются характерные пики активации для конкретных модификаторов. У образца, модифицированного сульфатом цинка (рисунок 2, зеленая кривая), они проявляются при

меньших температурах. У модификации сульфатом меди (рисунок 2, черная кривая) – при более высоких, а у никеля появляется малый широкий пик в интервале 300-450°C.

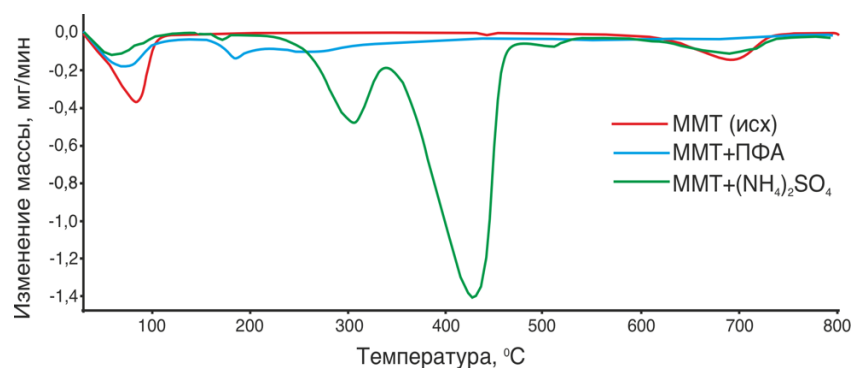


Рисунок 1. ДТГ-кривые модифицированного монтмориллонита: а – исходный монтмориллонит; б – монтмориллонит, интеркалированный полифосфатом аммония; в – монтмориллонит, интеркалированный сульфатом аммония

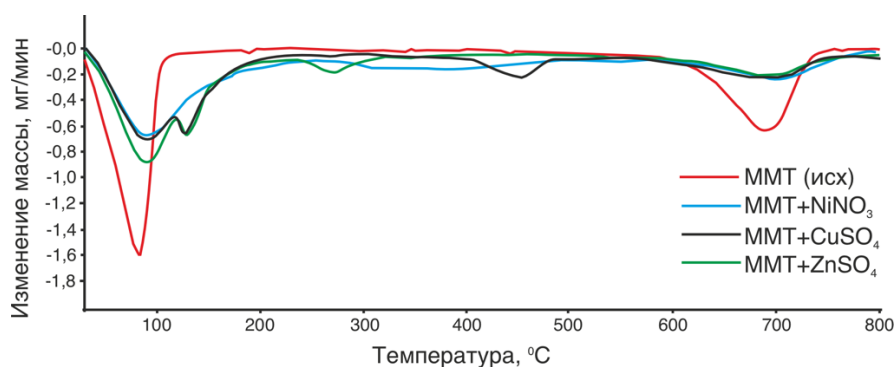


Рисунок 2. ДТГ-кривые модифицированного монтмориллонита солями металлов: а – исходный монтмориллонит; б – монтмориллонит, интеркалированный солями никеля; в – монтмориллонит, интеркалированный солями меди; г – монтмориллонит, интеркалированный солями цинка

Таким образом, соли металлов проявляют дополнительные пики эндотермических реакций, которые способствуют дополнительному охлаждению системы, за счет распада структуры. Выделение из интеркалированных структур газообразных продуктов, в том числе паров воды, способствует вытеснению кислорода из зоны горения.

#### Список литературы

1. Варфоломеев, С. Антипирены: Российский период / С. Варфоломеев, С. Ломакин, П. Сахаров // The Chemical Journal. – 2010. – №. 1. – С. 42–45.
2. Шеховцов, В.В. Оптимизация процесса синтеза муллитовой керамики в среде термической плазмы / В.В. Шеховцов [и др.] // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. – 2022. – Т. 24. – №. 4. – С. 130-138.
3. Utracki, L.A. Clay-Containing polymeric naoncomposites / L.A. Utracki // Rapra Technology Limited, 2004. – V. 2. – 376 p.
4. Маслова, М.Д. Термохимические характеристики глинистых минералов и слюд / М.Д. Маслова [и др.] // Вестник Казанского технологического университета. – 2014. – Т. 17. – №. 21. – С. 121-127.
5. Кропачев, Р. В. Терморасширяющиеся полимерные композиционные материалы / Р.В. Кропачев, В.В. Новокшенов, С.И. Вольфсон, С.Н. Михайлова // Вестник Казанского технологического университета. – 2015. – №. 5 (18). – С. 60–63.
6. Герасин, В.А. Структура формирующихся на  $\text{Na}^+$ -монтмориллоните слоев поверхностно-активных веществ и совместимость модифицированной глины с

полиолефинами / В.А. Герасин, Ф.Н. Бахов, Н.Д. Мерекалова, Ю.М. Королев, Н.Р. Fischer, Е.М. Антипов // ВМС. Серия А. –2005.– Т. 47. – №. 9. – С. 1635-1651.

УДК 677.047.1/2

## **АССОРТИМЕНТ ПРЕПАРАТОВ КОМПАНИИ ООО «ЭЛХИМ» ДЛЯ ТЕКСТИЛЬНОЙ ИНДУСТРИИ**

Г.В. Кленко  
ООО «ЭЛХИМ», Россия, Электрогорск

Компания Элхим постоянно и целенаправленно занимается расширением и обновлением ассортимента текстильно-вспомогательных веществ (ТВВ).

Текстильные вспомогательные вещества играют огромную роль на всех стадиях обработки волокнистых материалов в технологическом процессе. Они используются для ускорения технологических процессов и повышения качества текстильных материалов, в целях энергоэкономии, для придания изделиям новых эксплуатационных, гигиенических и других потребительских и специальных свойств.

Подбор текстильных вспомогательных веществ производится с учетом специфики протекания химико-текстильного процесса, индивидуальных особенностей отделочных препаратов, химической природы и вида текстильного материала.

В настоящее время используется огромное количество текстильно-вспомогательных веществ различного назначения, от дешевых до очень дорогих. ТВВ требуются на всех стадиях подготовки, отбелики, крашения, печати и заключительной отделки текстильных материалов.

В нашем ассортименте препараты широкого спектра назначения.

Смачиватели, моющие - эффективные, быстродействующие, малопенные, биологически расщепляемые. Тексоклен НС/2, Тексоклен НС/2-О, Тексоклен НС/4-М.

Комплексообразователи - для связывания солей жесткости в процессах отделки. К ним относятся Тексоклен КАМ, Тексоклен КАМ/1, Тексоклен КАМ/2, Тексоклен КАМ/3, Тексоклен КАМ-4/О.

Пеногасители - для снижения пенообразования во всех процессах отделочного производства.

Стабилизаторы перекиси водорода для обычных периодических, непрерывных процессов пероксидного отбеливания текстильных материалов, сделанных из хлопковых волокон и их смесей. К ним относится Тексоклен СПВ-4/О, который обеспечивает высокий отбеливающий эффект, мягок по отношению к волокну, малопеняющийся, стабилизирует содержание пероксида в отбеливающем растворе.

Препараты для кислотообразования и нейтрализации используются для замены уксусной и серной кислот.

Антистатик - для снижения статического электричества.

Замасливатели и препараты для ворсования тканей. Разработан новый замасливатель Тексоклен ЗАМ для производства полипропиленовых волокон на биологически безопасном сырье, что позволяет использовать полученную продукцию в пищевом производстве.

Выравниватели, противозаломные препараты - препараты для повышения равномерности окраски, препятствующие возникновению заломов.

Закрепители марки Тексоклен БЗУ/М-1- препараты для повышения прочности окрасок к стирке, воде и поту при крашении прямыми и активными красителями, применяются на Павлово-Посадской платочной мануфактуре, Тейковском ХБК.

Отделочные препараты для придания наполненности и необходимого грифа марки Тексоклен ОП/МП, обеспечивают отличный эффект наполнения и прозрачную пленку, мягкий гриф и высокую упругость. Полученный на ткани эффект устойчив к стирке и сухой чистке, а также к пожелтению.

Мягчители - для улучшения пошивочных свойств, придания мягкости, объемности, гидрофильности.

Препараты для бесформальдегидной и малоформальдегидной малосминаемой и противоусадочной отделки, как для хлопчатобумажных так и смешанных тканей.

На данном этапе разрабатываются препараты для водоотталкивающих, грязеотталкивающих и маслоотталкивающих отделок, препараты для огнезащитной отделки.

Ведется работа по созданию выпускных форм инновационных препаратов на основе микрокапсулированных ТВВ, разработанных сотрудниками кафедры ХТВМ.

УДК 667.12:677.070

## **ПОЛИОКСАДИАЗОЛЬНОЕ ВОЛОКНО, МОДИФИЦИРОВАННОЕ УГЛЕРОДНОЙ ДИСПЕРСИЕЙ**

А.С. Кухаренко, Н.В. Дианкина

Университет промышленных технологий и дизайна, Россия, Санкт-Петербург

Технический текстиль находит свое применение при производстве не только негорючих интерьерных тканей, защитной одежды работников пожарной охраны или сварщиков, но и для фильтровальных рукавных тканей и нетканых полотен. Среди волокон, используемых для получения термостойкого текстиля, мы выделяем волокна на основе полифенилен-1,3,4-оксадиазола. (торговая марка – Арселон). На постсоветском пространстве такие волокна выпускаются только в Республике Беларусь (РБ) на предприятии ОАО «СветлогорскХимволокно» (г. Светлогорск, Гомельская область). Технология производства этих химических волокон была разработана и запатентована на вышеуказанном предприятии, которое по-прежнему на сегодняшний день является единственным производителем волокна Арселон не только в странах СНГ, но и в мире.

Несмотря на то, что производство данных волокон является малотоннажным, применение данного волокна достаточно обширно. Помимо вышеуказанных областей применения его используют, как материал для обивки мебели или интерьеров транспортных средств, теплоизоляция в бытовых котлах и т. п.

Тем не менее, одним из факторов, снижающим область применения данного волокна является его природная желто-оранжевая окраска. Вопрос окрашивания волокон в различные цвета весьма сложная задача, это связано с низкой сорбционной способностью из-за плотной кристаллической структуры, которая затрудняет диффузию красителей в структуру волокна; химической инертностью – из-за отсутствия реакционноспособных групп на поверхности волокна, что осложняет возможность химического связывания красителей; гидрофобностью.

Вследствие чего поверхностное окрашивание волокна, являющееся традиционным способом крашения, не подходит для изменения окраски выбранного нами технического волокна.

Коллектив исследователей разработал способ изменения окраски исходного желто-оранжевого волокна на основе полифенилен-1,3,4-оксадиазола [1]. В самом начале, еще на стадии получения прядильного раствора дисперсные частицы красителя напрямую вводятся в прядильный раствор полимера, как правило в три приема равными долями, при постоянном перемешивании. Перемешивание происходит на ультразвуковом проточном диспергаторе. После чего волокно формируют традиционным методом через фильеру в осадительную ванну, содержащую концентрированную серную кислоту. Стойкость окраски выше, так как красящие частицы как бы «запечатываются» в полимерную матрицу. Вследствие этого может снижаться воздействие внешних факторов на «вымываемость» пигментов из волокна. Стоит отметить, что несомненным плюсом является то, что здесь достаточно добавления небольшого количества дисперсии красителя.

К недостаткам данного способа можно отнести трудность перехода от одного цвета к другому, вызванная необходимостью чистки оборудования.

В тоже время «крашение в массе» таких волокон имеет свои особенности. Используемый краситель должен быть:

- устойчив к температурным нагрузкам, ведь термообработка свежесформованного волокна происходит в диапазоне температур от 270 до 520 °С,
- химически стоек к растворителям (прядильный раствор полиоксадиазольного волокна содержит серную кислоту, 98 %) и другим агентам, которые находятся в прядильном растворе (гидразин сульфата, терефталевая кислота, добавки солей),
- не должен нарушать ход формования, т.е. не должна забиваться фильера или присутствовать обрывность волокна,
- краситель не должен вымываться из готового формируемого волокна в осадительной ванне.

Учитывая ряд требований, предъявляемых к таким «красящим добавкам», а именно – устойчивость к действия концентрированной кислоты, хорошая диспергируемость в серной кислоте, доступность и низкая стоимость одним из наиболее перспективных красителей может быть углеродная дисперсия, например – технический углерод. Такие волокна-композиты были получены научно-исследовательской группой под руководством профессора Лысенко А. А. [2,3].

Кроме того, проведенные исследования показали целесообразность использования таких волокон для получения углеродных волокон (УВ), область применения которых на сегодняшний день весьма обширна и популярна. Выход по содержанию углерода, в сравнении с аналогом на основе гидратцеллюлозы, выше, что делает данное волокно привлекательным прекурсором. Нам интересно на базе таких УВ получить активированные углеродные материалы, являющиеся перспективными сорбентами для тонкой доочистки водных сред от ионов тяжелых металлов и сравнить их с аналогами на основе гидратцеллюлозы. Данные исследования в процессе.

*Научный руководитель – к.т.н., доцент Асташкина О.В.*

#### Список литературы

1. Гладунова, О.И. Модификация полиоксадиазольных (ПОД) волокон микро- и нанодобавками с целью придания им повышенной термостабильности / О. И. Гладунова, О. В. Асташкина, А. А. Лысенко // Промышленные процессы и технологии. – 2022. – Т. 2. – №. 5(7). – С. 44 – 53. DOI: 10.37816/2713-0789-2022-2-5(7)-44-53.
2. Арзамасцев, С.В. Активированные углеродные волокна из модифицированных полиоксадиазольных волокон / С.В. Арзамасцев, О.В. Асташкина, В.Н. Докучаев, Н.В. Русова // Вестник Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. Серия 1: Естественные и технические науки. – 2016. – №. 1. – С. 94-98.
3. Русова, Н.В. О некоторых свойствах модифицированных полиоксадиазольных волокон – прекурсоров углеволокнистых материалов / Н.В. Русова, О.В. Асташкина, А.А. Лысенко, Д.А. Каширский, Л.В. Мызников // Вестник Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. Серия 1: Естественные и технические науки. – 2017. – №. 2. – С. 69-75

УДК 677.074

#### **К ВОПРОСУ ГИГИЕНИЧНОСТИ НЕТКАНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ПЭТФ-ВОЛОКОН**

В.В. Иванов<sup>1</sup>, М.С. Лисаневич<sup>2</sup>, Е.В. Мезенцева<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ООО «Термопол», Россия, Москва

<sup>2</sup>Казанский национальный исследовательский технологический университет, Россия, Казань

Фактором значительного применения нетканых материалов из ПЭТФ-волокон в продукцию с повышенными требованиями к безопасности, является гигиеничность [1].

Нетканые материалы «Холлофайбер», производимые на основе ПЭТФ-волокон, представляют собой перспективное решение для широкого спектра применений во всех отраслях, благодаря своим гигиеническим свойствам и полифункциональности [2, 3]. В процессе замкнутого циклического производства «Холлофайбера» не используются вредные химические вещества, такие как бутилдигликоляцетат, формальдегид и хлорфторуглероды, что минимизирует негативное воздействие на здоровье человека.

С 2007 года «Холлофайбер» ежегодно тестируется в Германии (Хохенштайн) по системе ОЕКО-ТЕХ®, проверялся на наличие/отсутствие вредных веществ для возможности применения в товарах для детей младшего возраста. В ходе тестов применялись моющие вещества и добавки, подкисляющие средства при температуре  $75\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ , с ополаскиваниями, отжимами. Измерения с материалами «Холлофайбер» также проводились с терморегуляторной моделью кожи человека (термоманекен) – испытательным устройством, которое имитирует сухую и потеющую кожу человека. По этой модели кожи определяется специфическое термофизиологическое число слоёв ткани или комбинации тканей, соответствующих физиологическому комфорту [4, 5]. Испытания, проведенные в том числе с использованием термоманекена Newton, позволили разработать материал «Холлофайбер ТЕРМО» и доказать его эксплуатационную эффективность в различных климатических условиях. В соответствии с полученными данными по 1 классу экологической и гигиенической безопасности в ходе анализа не менее чем по 100 критериям (Standard 100) сертифицированные изделия «Холлофайбер» отвечают действующим требованиям XVII REACH, американским требованиям, а также китайскому стандарту GB 18401:2010. Сертификат «Холлофайбер» 06.M1.48480.

Безопасность нетканой продукции «Холлофайбер» регулируется ТР ТС 017/2011 «О безопасности продукции лёгкой промышленности». Среди требований в контексте данного исследования выделим следующие: нетоксичность, отсутствие запаха, нераспространение плесени и грибка, возможность обработки антибактериальными составами, септиками, соответствие показателей напряжённости электростатического поля на поверхности изделия, содержание свободного формальдегида, устойчивость окраски, отсутствие миграции вредных веществ в воздушной или водной среде. Минимальный показатель гигроскопичности «Холлофайбер» 0,6-0,9%.

«Холлофайбер» соответствует и новому ГОСТ Р 71351-2024. Продукция для новорождённых, младенцев и детей ясельного возраста, N 512-ст.

«Холлофайбер» не вызывает аллергических реакций и раздражения кожи, что делает его приемлемым для производства различных видов утеплённой одежды (включая СИЗ, детскую и спортивную), постельных принадлежностей, медицинских изделий, игрушек, мягкой мебели и матрасов и других изделий, так или иначе контактирующих с телом человека, в том числе с органами дыхания (например, назальные фильтры) и даже питанием (например, гидропонические основы для выращивания микрозелени на основе «Холлофайбер» или термосумки для доставки горячей пищи).

Гигиеничность «Холлофайбера» усиливается за счёт его способности к термической обработке и дезинфекции при температурах более  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Материал выдерживает многократные стирки и сушки без потери своих свойств, что особенно важно для изделий, требующих регулярной очистки.

Развитие технологий физико-химической модификации нетканых материалов позволяет говорить о дальнейшей перспективе включения антимикробных добавок, интегрированных в структуру как ПЭТФ-волокон, так и самих нетканых материалов, обеспечивающих дополнительную защиту от бактерий и грибков, продлевая срок службы изделий с применением «Холлофайбер», сохраняя их функциональность [6].

В работах [7] подробно исследованы потребительские характеристики нетканого материала «Холлофайбер». На основе полученных данных [8] разработаны медицинские



изделия: раневая повязка с улучшенной впитываемостью, гигиенические спальные мешки двойного назначения, эвакуационные конверты для новорождённых. Они устойчивы не только к многократным стиркам и чисткам, но и к радиационной стерилизации. Исследования подтвердили сохранение свойств «Холлофайбер» после обработки радиацией, что критично в условиях распространения инфекционных заболеваний [9]. Ещё одной важной особенностью изделия также является возможность вторичной и многократной переработки (полирециклинг).

В ходе исследований и внедрений «Термопол» в сегменте smart-textiles, «умных» материалов на основе «Холлофайбер», запатентованных разработок «Холлофайбер», способных реагировать на изменения температуры и влажности окружающей среды, были получены наиболее высокие показатели гигиенического комфорта, связанные с экзотермическими фазовыми реакциями волокнистых систем с уникальными составами. Указанные выше свойства «Холлофайбер» важны для адаптивной одежды людей с ограниченными двигательными возможностями.

«Холлофайбер» обладает огромным потенциалом для дальнейшего развития и совершенствования. Интеграция инновационных технологий и постоянный поиск новых решений позволяет создавать материалы с уникальными свойствами для полифункциональных внедрений, разрушая стереотип о вредной синтетике.

#### Список литературы

1. Керницкий В. И. Получение и переработка полиэтилентерефталата / Керницкий В. И., Микитаев А. К.; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. проф. образования, Рос. хим.-технолог. ун-т им. Д. И. Менделеева (РХТУ им. Д. И. Менделеева). — Москва: Изд-во РХТУ, 2015. — 281 с. ил.; 27. — ISBN 978-5-7237-1229-4.
2. Нетканые материалы Холлофайбер®: структура, свойства, применение / М.Ю. Трещалин, В.В. Иванов, Ю.М. Трещалин, А.М. Киселев. — Москва: БОС, 2017. — 72 с.
3. Функциональные текстильные материалы и изделия / Пророкова Н. П., Бузник В. М., Вавилова С. Ю. [и др.]; под общей редакцией Е. В. Румянцева. Иваново, 2023. — 371 с.
4. Международный стандарт DIN EN 31092:1994-02. Текстиль. Физиологические воздействия. Определение теплостойкости и стойкости к водяному пару в установившемся режиме (испытание с использованием горячей пластины, сохраняющей влаговыведение). — 1994, 9 с.
5. Международный стандарт ISO 11092:1993-10. Текстиль. Физиологические воздействия. Определение теплостойкости и стойкости к водяному пару в стационарном режиме (испытание с использованием пористой защищенной термопластины). — 1993, 24 с.
6. Инновационные физико-химические способы модификации нетканых материалов. Коллективная монография / Под общей редакцией Н.П. Пророковой и В.В. Иванова. — Москва: Изд-во БОС, 2025. — 401 с.
7. Лисаневич, М.С. Исследование потребительских характеристик материалов Холлофайбер® для раневых покрытий / М.С. Лисаневич, Р.Ю. Галимзянова // Бутлеровские сообщения. — 2021. — Т. 67. — №. 8. — С. 42-46.
8. Гегельский, О.П. Нетканые материалы Холлофайбер® для спальника Гегельского и эвакуационных конвертов для новорождённых / О.П. Гегельский, В.В. Иванов, М.С. Лисаневич / Бутлеровские сообщения. — 2022. — Т. 72. — №. 11. — С. 60-67.
9. Лисаневич, М.С. Исследование влияния радиационной стерилизации на нетканый материал Холлофайбер® / М.С. Лисаневич, Р.Ю. Галимзянова, Ю.Н. Хакимуллин, Т.А. Федорова, Е.В. Мезенцева, В.В. Иванов // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. — 2021. — №. 5 (395). — С. 94-101.

## INVESTIGATION OF DYEING POSSIBILITIES OF NATURAL SILK FABRIC WITH POLYPHENOLIC COMPOUNDS

I.A. Nabiyeva, S.Sh. Azamjonova

Tashkent institute of textile and light industry, Uzbekistan, Tashkent

The textile industry is considered one of the most polluting sectors globally, releasing approximately 3.3 billion tons of toxic gases into the environment annually. Furthermore, about 20% of all water pollution is attributed to textile processing operations prior to dyeing and finishing [1].

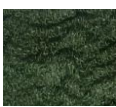



In conventional textile processing, a wide range of synthetic dyes, pigments, surfactants, leveling agents, chemical mordants, metal salts, and color-fixing reagents are employed to achieve durable and vibrant colors on fabrics. However, the effluents discharged from such industrial processes contribute significantly to environmental degradation, deteriorating the quality of domestic water, damaging aquatic ecosystems, reducing soil fertility in agricultural lands, and negatively impacting human health [2, 3].

In response to these challenges, researchers worldwide are actively exploring sustainable alternatives by promoting the use of eco-friendly fabrics and non-toxic, natural dyes, as well as developing innovative green dyeing technologies.

In this scientific work, the dyeing process was carried out in a short time (20 minutes) using various colorant compositions and color-fixative mordants, rather than chemical dyes. Ferric sulfate ( $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ ) was used as a polyvalent metal salt mordant, and selected polyphenols served as natural coloring agents. The color intensity was evaluated using a CCM-Computer Color Matching X-rite spectrophotocolorimeter. The CIELAB color space formula, recommended by the International Commission on Illumination (CIE), was applied for determining the color quality parameters [4]. The wash fastness of the dyed samples was tested using a DL-2002 wash fastness tester, and the results were evaluated accordingly.

Table.

Physicochemical properties of natural silk fabric dyed with  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  salt and polyphenolic compounds

| № | Samples   | Technological regime | Color intensity, K/S |       |       |       |        | Soaping fastness, grade |
|---|---|----------------------|----------------------|-------|-------|-------|--------|-------------------------|
| 1 |  | m-dihydroxybenzene   | 20,28                |       |       |       |        | 5/5/5                   |
|   |   |                      | L*                   | a*    | b*    | C*    | h*     |                         |
|   |   |                      | 34,86                | -9,02 | 10,92 | 14,17 | 129,56 |                         |
| 2 |  | p-dihydroxybenzene   | 6,08                 |       |       |       |        | 4,5/5/5                 |
|   |   |                      | L*                   | a*    | b*    | C*    | h*     |                         |
|   |   |                      | 58,20                | 4,87  | 14,44 | 15,24 | 71,38  |                         |
| 3 |  | o-dihydroxybenzene   | 9,66                 |       |       |       |        | 4,5/4,5/4,5             |
|   |   |                      | L*                   | a*    | b*    | C*    | h*     |                         |
|   |   |                      | 33,48                | -0,25 | 1,99  | 2,01  | 97,08  |                         |
| 4 |  | polyphenol           | 2,35                 |       |       |       |        | 4,5/3,5/3               |
|   |   |                      | L*                   | a*    | b*    | C*    | h*     |                         |
|   |   |                      | 37,09                | 12,67 | 26,13 | 29,04 | 64,13  |                         |

The performance data of the samples are presented in Table. In this experiment, various shades of green, brown, gray, and dark brown, which are trendy and in demand, were obtained on silk fabric.

According to the results, when dyed with m-dihydroxybenzene, a color intensity 70% higher than that of p-dihydroxybenzene, 52.3% higher than o-dihydroxybenzene, and 88.4% higher than polyhydroxy phenol were observed, respectively. Furthermore, the color shades differed by 44.9%, 25%, and 50.5%, respectively. The details are shown in Figure below.

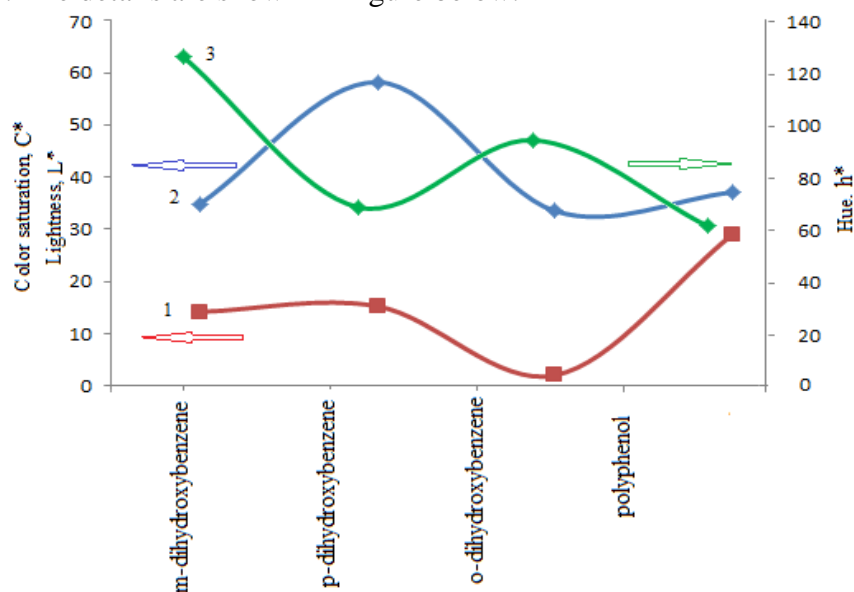


Figure. Dependence of color characteristics on the type of polyhydroxy phenol.

1 – Color saturation, 2 – Lightness, 3 – Hue.

According to the  $a^*$  and  $b^*$  coordinate values described in the CIELAB color diagram [5], it can be observed that the silk fabric dyed with m-dihydroxybenzene exhibits higher values of green and blue hues. In the case of p-dihydroxybenzene, the  $a^*$  value is directed towards the red, and the  $b^*$  value is directed towards the yellow. For o-dihydroxybenzene, the green and blue hues are dominant, while for polyhydroxy phenol, the red and yellow colors are more prominent. Regarding the wash fastness, the sample dyed with m-dihydroxybenzene showed excellent results, while p-dihydroxybenzene and o-dihydroxybenzene demonstrated good performance. The sample dyed with polyhydroxy phenol was evaluated with satisfactory results. The scientific research conducted demonstrated the possibility of achieving positive results by altering the composition of the dyeing process without the use of chemical dyes on natural silk fabric. It was also shown that energy, labor, and material consumption can be optimized, as confirmed by the spectrophotometric analysis of the samples. The color palette was expanded.

#### References

1. Hamid, A.T. Ecofriendly dyeing of silk fabric with yellow natural and synthetic dye / A.T. Hamid, A. Shahid, Fazal-ur-Rehman, I. Muhammad, M.S. Al, A. Muhammad, I. Muhammad, M. Rony // Results in Engineering. – 2025. – V. 25. – 104192. – <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2590123025002786>.
2. Rahman, M.M. Synthesis and investigation of dyeing properties of 8- hydroxyquinoline-based azo dyes / M.M. Rahman // J. Iran. Chem. Soc. – 2021. – N 18 (4). – P. 817–826. – <https://doi.org/10.1007/s13738-020-02070-2>.
3. Islam, M.R. Sustainable production and evaluation of the properties of polyester-okra blended knitted fabric / M.R. Islam, M.A. Lotif, M.S. Hossain, M. Ullah, R. Mia, // Results Eng. – 2023. – N 17. – 100923. – <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2023.100923>.
4. CIE International Commission on Illumination, Recommendations on Uniform Color Spaces, Color-Difference Equations, Psychometric Color Terms. – Supplement N 2 to CIE Publication N 15, Colorimetry, 1978. – 21 p.
5. HunterLab [electronic resource]. – URL: <https://www.hunterlab.com/blog/what-is-cielab-color-space/>

**РАЗРАБОТКА АВТОРСКОГО ЭСКИЗА ЖЕНСКОГО ДЕЛОВОГО ЖАКЕТА**

А.Х. Назарова, Ф.Р. Джалилов

Технологический университет Таджикистана, Таджикистан, Душанбе

Женский деловой жакет — это элегантная и универсальная деталь гардероба, способная подчеркнуть индивидуальный стиль и статус своей владелицы. Этот элемент одежды часто ассоциируется с деловой классикой, но в современном дизайне может быть адаптирован для самых разных случаев — от офисных встреч до вечерних мероприятий. Особое место занимают модели с элементами национального декора. Такие жакеты — это не просто одежда, а настоящие произведения искусства, сохраняющие культурные традиции и подчеркивающие уникальность своего владельца. Использование таджикского национального орнамента и сложных узоров превращает каждый жакет в эксклюзивное изделие.

Разработка женского делового жакета на сегодняшний день считается одним из важных направлений для жизни современных женщин. В связи с этим разработан авторский эскиз на основе национальных мотивов (рисунок 1.) вдохновлённых культурным наследием таджикского народа. В основу дизайна легли традиционные орнаменты, трактованные в плавной растительной форме, что позволило сохранить эстетику народного искусства, не нарушая строгости делового стиля. Для создания силуэта использован современный крой с акцентом на удобство — удлинённые линии, регулируемые манжеты и симметричная застёжка подчёркивают динамичность образа, сохраняя профессиональный вид.

Цветовая палитра сочетает классические оттенки темных и светлых тонов, характерные для строгой одежды, обеспечивающий универсальность данной модели. Особое внимание уделено деталям: вышивка по воротнику и манжетам, добавляет уникальность, а низ жакета по бокам с этническим узором позволяет женщине подчеркивать уверенность и элегантность.

При создании авторской коллекции женского делового жакета используется многослойной хлопчатобумажной ткани. Это не только подчёркивает связь с природой, традиционно значимую в культуре региона, но и отвечает запросам современных потребителей на устойчивую моду.

Такой жакет становится не просто элементом гардероба, а символом гармонии между профессиональной идентичностью, культурной памятью и актуальными трендами, поддерживая женщину в её стремлении к самовыражению и успеху.

Как показан на рисунке, женский демисезонный жакет с центральной застёжкой на одну петлю и пуговицу предназначен для делового и повседневного ношения. Элементы национального орнамента подходит для офисного стиля для деловых женщин.

Жакет полуприлегающего силуэта длиной до бедра.

Декор: вышивка с национальными мотивами 2 на воротнике 3, лацканах и боковых частях жакета. Используются национальные плавные растительные узоры 1 с элементами завитков и листьев.

Воротник пиджачного типа с отложными лацканами, дополненный контрастной вставкой белого цвета с вышивкой национального узора.

Рукава длинные 4, втачные длиной 60- 65 см с облегающей посадкой.

Спинка с одной средней шлицей для свободного движения.

Подкладка полная, из гладкой ткани для комфорта, комбинация с узорчатой подкладкой для эффектного внутреннего оформления.

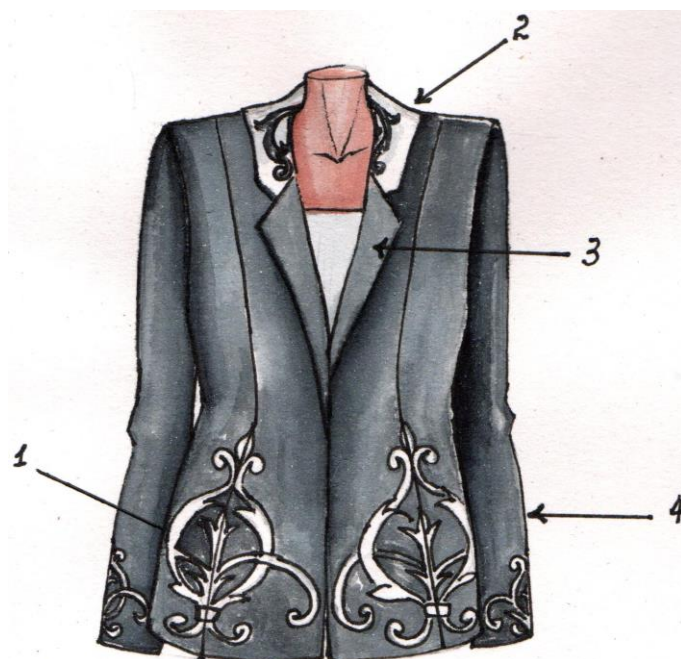


Рисунок. Эскиз женский деловой жакет с национальным мотивом

Для более выразительного акцента используется многослойные ткани с национальными узорами для подкладки или канта.

#### Список литературы

1. Тэтхем, К. Дизайн в моде. Моделирование одежды. Принципы, практика, техника: подробное руководство для дизайнера одежды: учебное пособие / К. Тэтхем, С. Джулиан. – М.: Рипол классик, 2006. – 144 с.
2. Промышленная технология одежды: справочник / П.П. Кокеткин, Т.Н. Кочету, В.И. Барышникова и др. – М.: Легпромиздат, 1988. – 640 с.
3. Абилкалова, К.К. Современные концепции экологического подхода к проектированию одежды / К.К. Абилкалова, Э.К. Нарibaева // Теоретические и методологические проблемы современного дизайна: Сборник мат-лов Междунар. науч.-метод. конф. – Алматы: КазГАСА, 2016. – 179 с.
4. Шерали, Д.М. Технология швейного производства: учебное пособие / Д.М. Шерали, М.И. Сотникова, С.А. Бобоева: Душанбе, 2023.

УДК 677.027:66.094.3:504.06

### **НАТУРАЛЬНЫЕ КРАСИТЕЛИ В ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ: ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПЕРСПЕКТИВЫ И ТЕХНОЛОГИИ ПРИМЕНЕНИЯ**

П.А. Олимбойзода

Технологический университет Таджикистана, Таджикистан, Душанбе

Современная текстильная промышленность находится в условиях растущего давления со стороны экологических требований и общественного запроса на устойчивое развитие. Особенно остро стоит проблема загрязнения окружающей среды вследствие массового применения синтетических красителей, многие из которых содержат канцерогенные и аллергенные компоненты. Загрязнение сточных вод, кожно-аллергические реакции у потребителей, высокая токсичность отходов – все эти факторы требуют переосмысления используемых технологий отделки текстильных материалов.

На этом фоне возрождается интерес к природным красителям, получаемым из растительного сырья. В отличие от синтетических аналогов, природные красители обладают рядом преимуществ: они биоразлагаемы, безопасны для кожи, не требуют агрессивных химических реагентов для фиксации цвета, а процесс их применения сопровождается значительно меньшей нагрузкой на окружающую среду. Кроме того, использование природных красителей восстанавливает утерянные ремесленные традиции, придаёт уникальность текстильным изделиям и соответствует принципам экодизайна.

Природные красители получают преимущественно из растений, таких как вайда (*Isatis tinctoria*), гармала (*Peganum harmala*), зверобой (*Hypericum perforatum*), кора чинара, ревень (*Rheum rhabarbarum*), сафлор, марена, роза, барбарис и другие. При этом важно учитывать влияние протрав (фиксирующих веществ) на цветовые характеристики – добавление квасцов, медного или железного купороса позволяет варьировать оттенки, усиливать стойкость и насыщенность краски.

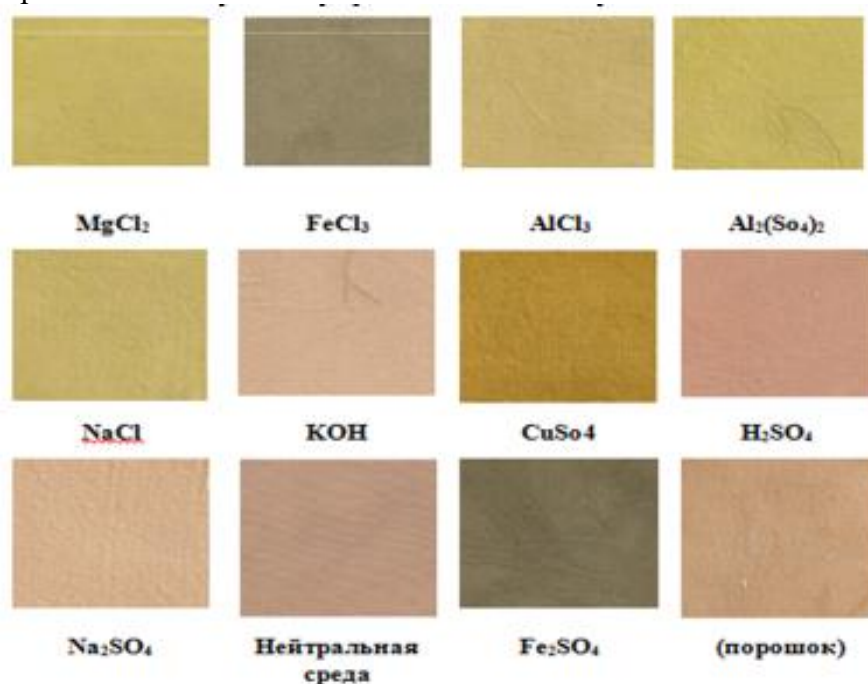


Рисунок. Влияние виды протравы на крашения. Пример растение зверобой

В условиях Таджикистана исследования в области природного крашения в последние годы активно развиваются благодаря работе специалистов Технологического университета Таджикистана. В лабораторных и производственных условиях выполнены эксперименты по окрашиванию натуральных тканей с применением вышеуказанных растительных источников. Полученные результаты показали, что при правильной подготовке тканей и применении соответствующих протрав можно добиться высокой стойкости к стирке и свету, а также разнообразия оттенков, приближённых к природной палитре.

Одним из перспективных направлений является использование микроэмульсий на основе растительных экстрактов. Такие составы обеспечивают более глубокое проникновение красителя в структуру волокна и повышают равномерность окрашивания. Использование сканирующего электронного микроскопа (СЭМ) позволило визуализировать морфологические изменения поверхности волокон хлопка после обработки природными микроэмульсиями, что подтверждает эффективность предложенной технологии.

Несмотря на то что массовое производство природных красителей экономически менее выгодно по сравнению с синтетическими, их использование целесообразно в нишевых сегментах: медицинский и детский текстиль, экопродукция, художественные ремесла, а также в проектах по возрождению культурного наследия. Малые предприятия, ориентированные на

локальное сырьё и ручные технологии, могут стать важным звеном в формировании экологически устойчивой текстильной отрасли.

В свете современных вызовов устойчивого развития особое внимание следует уделить расширению практики использования природных красителей в текстильной промышленности. Речь идёт не просто о замене одного вида красителя другим, а о формировании нового производственного подхода, в основе которого лежит забота о здоровье человека, бережное отношение к окружающей среде и возрождение культурных традиций. Природные красители становятся важной составляющей перехода к экологически ориентированным технологиям, способным формировать устойчивые локальные рынки, поддерживать ремесленные практики и стимулировать научно-инновационную активность. Их широкое внедрение требует комплексного подхода: развития научных исследований в области фитохимии и технологии крашения, образовательных программ, популяризации принципов осознанного потребления, а также государственной и международной поддержки инициатив в сфере зелёной текстильной экономики.

#### Список литературы

1. Бахшиева, Т. Ю. Натуральные красители: историко-культурный и технологический аспект // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. — 2020. — №. 1. — С. 39–43.
2. Юсупова, Ш. А. Цифровые технологии для печатания абровых орнаментов на современных хлопчатобумажных тканях / Ш. А. Юсупова, А. В. Чешкова, З. А. Яминзода, Е. А. Лапина // Дизайн и технологии. – 2022. – №. 91-92(133-134). – С. 20-29. – EDN XWZNST.
3. Yaminzoda, Z. A. Influence of Mordant Compositions on the Color Characteristics of Cotton Fabrics Dyed with Natural Dyes / Z. A. Yaminzoda, M. B. Ikrami, O. I. Odintsova [et al.] // Russian Journal of General Chemistry. – 2024. – V. 94, N 7. – P. 1851-1854. – DOI 10.1134/S1070363224070284. – EDN FLTXQQ.

УДК 677.494

### **НОВЫЕ ПОДХОДЫ К ОБЪЕМНОМУ И ПОВЕРХНОСТНОМУ МОДИФИЦИРОВАНИЮ ТЕРМОПЛАСТИЧНЫХ ВОЛОКОН В ПРОЦЕССЕ ИХ ПОЛУЧЕНИЯ ИЗ РАСПЛАВА**

Н.П. Пророкова, С.Ю. Вавилова

Институт химии растворов им. Г.А. Крестова Российской академии наук, Россия, Иваново

В ИХР РАН в течение многих лет проводятся исследования, направленные на придание натуральным и химическим волокнистым материалам специальных свойств. Ряд процессов модификации термопластичных химических волокон и нитей реализуется на стадии получения их из расплава.

В частности, разработан ряд способов объемного модифицирования полипропиленовых (ПП) нитей и волокон в процессе их формования, основанных на введении в расплав небольших количеств стабилизированных различными способами биологически активных металлсодержащих наноразмерных частиц. Для предотвращения образования агрегатов наночастиц, наличие которых ухудшает физико-механические характеристики волокнистых материалов и препятствует безобрывному формованию волокон и нитей, использовали разные методы стабилизации наночастиц. К ним относятся классический метод, предусматривающий использование поверхностно-активных веществ [1], и нетривиальный – иммобилизация наночастиц в полиолефиновой матрице в процессе синтеза [2-4].

Наночастицы меди, стабилизированные поверхностно-активными веществами, при внедрении во внутренние области ПП нитей придают им высокую фунгицидность [1]. Модифицированная ПП нить также оказывает бактериостатическое воздействие на



стафилококк. Однако при использовании такого способа стабилизации не удается полностью подавить тенденцию наночастиц к образованию агрегатов.

Другая картина наблюдается при стабилизации металлсодержащих наночастиц путем иммобилизации их в процессе синтеза в матрице из полиэтилена низкой плотности (ПЭНП). В этом случае не происходит образования агрегатов наночастиц, последние равномерно распределяются в объеме ПП нити. Показано, что иммобилизация малых количеств наноразмерных железо-, марганец-, медь-, серебросодержащих и ряда других металлсодержащих наночастиц в объеме комплексной текстильной полипропиленовой нити обеспечивает повышение ее прочности, снижение поверхностного электрического сопротивления, придание барьерных антимикробных свойств [2-4]. В настоящее время проводятся исследования влияния на свойства термопластичных нитей биметаллических наночастиц, стабилизированных ПЭНП.

В ИХР РАН разработан также способ поверхностного модифицирования ПП нитей в процессе формования. Он обеспечивает придание термопластичным нитям повышенной устойчивости к воздействию агрессивных сред и пониженного коэффициента трения за счет формирования на их поверхности ультратонкого покрытия, образованного суспензией фторопласта 4Д [5-7].

На поверхности каждого филамента, образующего нить, формируется ультратонкое, сплошное, равномерное покрытие из политетрафторэтилена (ПТФЭ). Адгезия ПТФЭ покрытия к волокнообразующему полимеру обеспечивается за счет нанесения разбавленной суспензии высокодисперсного политетрафторэтилена на поверхность полутвержденной нити на стадии замасливания. В дальнейшем нить подвергается ориентационному вытягиванию. В процессе вытягивания покрытие, благодаря способности ПТФЭ к псевдотекучести и высокому коэффициенту теплового расширения, приобретает равномерность и становится ориентированным. Образование такого покрытия обеспечивает придание дешевым термопластичным нитям свойств, присущих чрезвычайно дорогостоящим нитям из фторопласта – экстремально высокую устойчивость к действию кислот, щелочей и окислителей, очень низкий коэффициент трения.

Формирование устойчивого ПТФЭ покрытия позволило реализовать новый подход к поверхностному модифицированию текстильной термопластичной нити стабилизированными металлсодержащими наночастицами, заключающийся в их фиксации на волокнистом материале за счет внедрения в структуру покрытия [8-10]. Хотя количество вводимых в покрытие металлсодержащих наночастиц невелико и ограничено их совместимостью с суспензией фторопласта, такое модифицирование обеспечивает придание нитям бактериостатических свойств и значительное снижение их поверхностного электрического сопротивления.

#### Список литературы

1. Пророкова, Н.П. Полипропиленовая нить, модифицированная стабилизированными наночастицами меди / Н.П. Пророкова, С.Ю. Вавилова // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. – 2024. – №. 5. – С. 108 - 115.
2. Prorokova, N.P. Modification of polypropylene filaments with metal containing nanoparticles immobilized in a polyethylene matrix / N.P. Prorokova, S.Yu. Vavilova, M.I. Biryukova, G.Yu. Yurkov, V.M. Buznik // Nanotechnol. Russ. – 2014. – V. 9. – P. 533-540.
3. Prorokova, N.P. Antimicrobial properties of polypropylene yarn modified by metal nanoparticles stabilized by polyethylene / N.P. Prorokova, S.Yu. Vavilova, O.Yu. Kuznetsov, V.M. Buznik // Nanotechnol. Russ. – 2015. – V. 10. – P. 732-740.
4. Prorokova, N.P. Polypropylene threads modified by iron-containing nanoparticles stabilized in polyethylene / N.P. Prorokova, S.Yu. Vavilova, M.I. Biryukova, G.Yu. Yurkov, V.M. Buznik // Fibre Chem. – 2016. – V. 47 – P. 384-388.



5. Prorokova, N.P. A novel technique for coating polypropylene yarns with polytetrafluoroethylene / N.P. Prorokova, S.Y. Vavilova, V.M. Bouznik // J. Fluorine Chem. – 2017. – V. 204. – P. 50-58.
6. Prorokova, N.P. Bulk and surface modification of polypropylene filaments at the stage of their formation from a melt / N.P. Prorokova, S.Yu. Vavilova // Fibre Chem. – 2018. – V. 50. – P. 233-238.
7. Пророкова, Н.П. Комплексные текстильные полипропиленовые нити с устойчивым фторопластовым покрытием / Н.П. Пророкова, С.Ю. Вавилова // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. – 2023. – №. 3. – С. 234-242.
8. Prorokova, N. Properties of polypropylene yarns with a polytetrafluoroethylene coating containing stabilized magnetite particles / N. Prorokova, S. Vavilova // Coatings. – 2021. – V. 11. – 830.
9. Пророкова, Н.П. Новый подход к поверхностному модифицированию комплексных полипропиленовых нитей и пленок / Н.П. Пророкова, С.Ю. Вавилова, В.М. Бузник // Химич. технология. – 2024 – Т. 25, №. 11. – С. 413 – 423.
10. Вавилова, С.Ю. Влияние введения металлсодержащих наночастиц в структуру политетрафторэтиленового покрытия на его адгезию к полипропиленовой нити / С.Ю. Вавилова, Н.П. Пророкова, И.В. Холодков, Т.Ю. Кумеева // Известия высших учебных заведений. Технология легкой промышленности. – 2023. - №. 5. – С. 62-68.

УДК 677.4

## **ПОВЕРХНОСТНАЯ МОДИФИКАЦИЯ ВОЛОКНИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ НАНОДИСПЕРСНЫМИ ЛАТЕКСАМИ ПОЛИФТОРАЛКИЛАКРИЛАТОВ**

Л.В. Редина, Н.В. Колоколкина, М.А. Чапурина

Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина, Россия, Москва

Полифторалкилакрилаты, обладая самой низкой поверхностной энергией, при введении в поверхностный слой волокна придают ему пониженную смачиваемость жидкостями различной химической природы и уменьшают возможность растекания и диффузии жидкости внутрь волокнистого материала [1]. Исследования по модификации свойств поверхности химических волокон с целью придания им пониженной смачиваемости (т.е. водо-, масло-, кислото-, грязеотталкивающих или антиадгезионных свойств) проводятся на кафедре химии и технологии полимерных материалов и нанокомпозитов РГУ им. А.Н. Косыгина в течение многих лет. Первые работы в этом направлении были посвящены модификации целлюлозных волокон путем химического присоединения фторорганических соединений с образованием простых и сложных эфиров и привитых полимеров. Разработанный способ прививочной полимеризации фторалкилакрилатов к целлюлозному волокну с использованием обратимой окислительно-восстановительной системы  $\text{Fe}^{+2}$ -  $\text{H}_2\text{O}_2$  - аскорбиновая кислота оказался мало приемлемым для промышленного производства из-за невысокой конверсии мономера (70%), что приводит к экологическим проблемам, а также локализация образующегося в процессе прививки полимера не только в поверхностных, но и в приповерхностных слоях волокна, что приводит к нерациональному использованию дорогостоящего фторорганического продукта

С целью устранения указанного недостатка была предложена принципиально иная схема, основанная на взаимодействии целлюлозы с функциональными группами предварительно синтезированного фторсодержащего полимера. Такие полимеры получали методом эмульсионной полимеризации в форме водных дисперсий или латексов. Это дало возможность проводить технологический процесс модификации волокнистых материалов по непрерывной схеме, включающей стадии пропитки, отжима, сушки и термообработки.

Нами были получены различные латексы поли- и сополифторалкилакрилатов и изучено влияние химического состава на уровень достигаемых антиадгезионных свойств.

Осуществлен синтез полифторалкилакрилатов (ПФАА) на основе ряда отечественных фторсодержащих мономеров, производства «Р&М-Invest» (г. Москва) и ПФ ГИПХ (сейчас ПФ ФГУП РНЦ «Прикладная химия»), которые отличаются строением фторалкильного радикала – длиной, составом и степенью разветвленности (наличием одной, двух или трех  $-\text{CF}_3$  групп), строением концевой группы, а также содержанием фтора, которое изменяется от 38,0 до 62,4÷69,1%. Наиболее высокий уровень антиадгезионных свойств достигается при использовании полимеров с фторалкильным радикалом линейного строения [2].

Дальнейшие исследования в этом направлении показали, что одним из важнейших факторов, оказывающих влияние на формирование антиадгезионных покрытий на поверхности волокон при модифицировании их латексами фторполимеров, наряду с химическим строением полимера, являются их коллоидно-химические свойства. Особенно большую роль играют размер, заряд и насыщенность адсорбционных слоев частиц латекса, которые определяются количеством и природой стабилизатора дисперсии [3].

Было установлено, что при получении латексов ПФАА в условиях повышенного содержания ПАВ происходит образование нанодисперсий, применение которых приводит к повышению уровня антиадгезионных свойств модифицированных материалов. Показано также, что образование нанодисперсных латексов ПФАА возможно с использованием метода миниэмульсионной полимеризации (МЭП), суть которого заключается в том, что исходная система представляет собой дисперсную среду, состоящую из стабилизированных ПАВ микрокапель мономера, в которых начинается полимеризация, для этого на стадии подготовки эмульсии мономера применяли ультразвуковое (УЗ) диспергирование [3].

Исследование морфологии частиц методом АСМ показала, что латекс, синтезированный методом миниэмульсионной полимеризации, имеет не только значительно меньший размер частиц по сравнению с латексом, полученным обычной эмульсионной полимеризацией (44 и 81 нм, соответственно), но и более узкое распределение частиц по размеру и обладает большей прозрачностью [4].

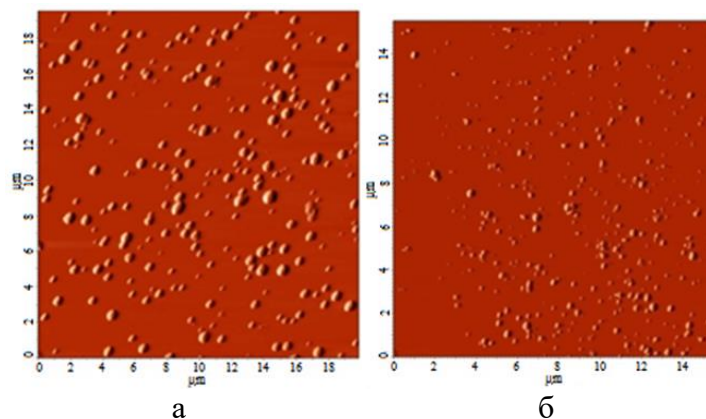


Рисунок. АСМ изображение частиц латексов, полученных обычной (а) и миниэмульсионной (б) полимеризацией эмульсионной полимеризацией

При изучении эффективности модифицирующего действия (таблица 1) установлено, что нанодисперсные латексы, сообщают материалу более высокий уровень водо-, маслоотталкивающих свойств [3].

Таблица.

Антиадгезионные свойства вязкозных материалов, модифицированных латексом, полученным при различном воздействии ультразвука

| Продолжительность<br>УЗ воздействия, с | Радиус частиц,<br>нм | Масло-, водоотталкивающие свойства |                       |                    |                    |
|--|----------------------|------------------------------------|-----------------------|--------------------|--------------------|
|  |                      | В <sub>о</sub> , балл              | М <sub>у</sub> , у.е. | Θ <sub>в</sub> , ° | Θ <sub>м</sub> , ° |
| 60                                     | 49±1                 | 3                                  | 100                   | 120                | 102                |

|     |      |   |     |     |     |
|-----|------|---|-----|-----|-----|
| 120 | 44±1 | 5 | 110 | 130 | 118 |
| 240 | 49±1 | 3 | 100 | 120 | 110 |
| 480 | 48±1 | 4 | 100 | 121 | 115 |

Таким образом, разработана технология получения эффективных латексов ПФАА путем регулирования их коллоидно-химических свойств. Установлено, что ультразвуковая обработка водных дисперсий (латексов) ПФАА приводит к снижению размеров частиц и повышению эффективности их применения. Наиболее значительного результата снижения размера частиц и повышения эффективности латексов можно достичь при использовании УЗ на стадии синтеза ПФАА методом миниэмульсионной полимеризации.

#### Список литературы

1. Пророкова, Н.П. Использование фторполимеров для получения тек-стильных материалов с улучшенными потребительскими характеристиками / Н.П. Пророкова, В.М. Бузник // Дизайн. Материалы. Технология. – 2009. – №. 4. – С. 95-99.
2. Чапурина, М.А. Новые фторсодержащие полимеры для модифицирования свойств поверхности химических волокон / М.А. Чапурина, Л.С. Гальбрайт., Л.В. Редина [и др.] // Хим. волокна.– 2005. – №. 2. – С. 3-5.
3. Редина, Л.В. Повышение эффективности латексов полифторалкилакрилатов путем регулирования их коллоидно-химических свойств / Л.В. Редина // Промышленные процессы и технологии. – 2022. – Т. 2 – №. 4 (6). – С. 59-65.
4. Redina, L.V. Atomic-Force Microscopy Studies of Polyfluoroalkylacrylate Latex Particles / L.V. Redina, D.A. Kozub, N.A. Sazhnev, A.V. Novikov // Fibre Chemistry. – 2019. – V. 50(5). – P.396-398.

УДК 677:537.525

### **ВЛИЯНИЕ ОБРАБОТКИ В ПОТОКЕ НИЗКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ИОНОВ НА ГИДРОФИЛЬНЫЕ СВОЙСТВА ПОЛИУРЕТАНОВОЙ МЕМБРАНЫ**

И.Ф. Сайфутдинова, И.А. Чиклеев, А.А. Азанова

Казанский национальный исследовательский технологический университет (КНИТУ),  
Россия, Казань

При создании специальной защитной одежды активно применяются мембранные материалы [1], которые повышают их эксплуатационные характеристики. Мембранные материалы для аутдор- и спецодежды преимущественно получают ламинированием мембраны тканью-основой [2,3]. Одним из основных свойств является водоупорность мембраны, характеризующая ее защитные свойства. Поверхность мембраны является гидрофобной, что влияет на снижение ее адгезионной способности при ламинировании. Существует ряд методов, которые позволяют модифицировать и активировать поверхность полимерных материалов [4,5]. Одним из перспективных направлений модификации, позволяющих направленно изменять требуемые характеристики, не ухудшающий другие, является обработка низкотемпературной плазмой. Она давно и широко используется для улучшения гидрофильных, адгезионных и физико-механических характеристик разнообразных материалов [6-11].

В работе проведено исследование влияния потока низкоэнергетических ионов (ПНЭИ) высокочастотного ёмкостного разряда пониженного давления на краевой угол смачивания полиуретановой мембраны МТ-3 (ООО «Мембранные технологии», Иваново), которая применяется для изготовления мембранных материалов для аутдор- и спецодежды. Поверхностная плотность мембраны 18,4 г/м<sup>2</sup>. Обработка ПНЭИ осуществлялась на установке, описанной в работе [12], в газообразующей среде - воздух. Параметры обработки: расход газа (G) 0,04 г/с, мощность разряда 500 Вт, давление газа (P) 30-35 Па, время обработки

( $\tau$ ) 3, 5, 10, 15 и 30 минут. Краевой угол смачивания ( $\theta$ ) определялся статическим методом сидячей капли с помощью прибора Kruss Easy Drop DSA 20E (фирма KRUSS, Германия). Результаты определения  $\theta$  для приведены на рисунке 1. Значение  $\theta$  для контрольного образца ПУ мембраны МТ-3 составляет  $94,9^\circ$  (рисунок 2).

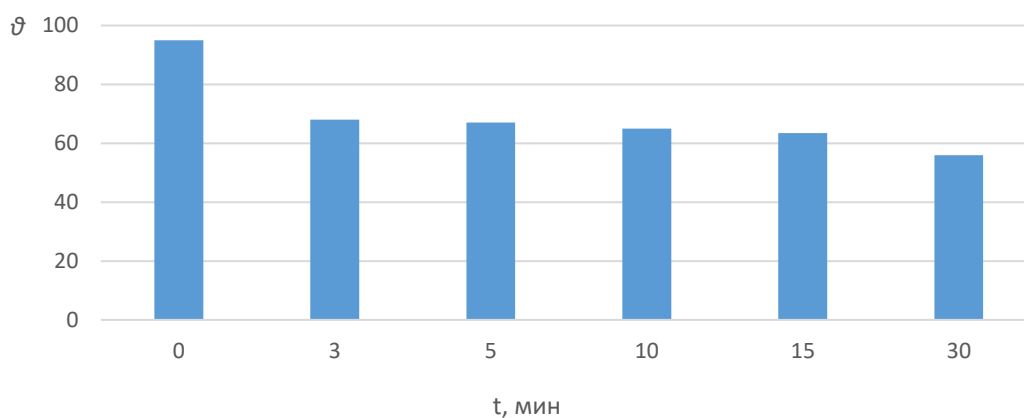


Рисунок 1. Значение краевого угла смачивания модифицированных образцов мембраны МТ-3

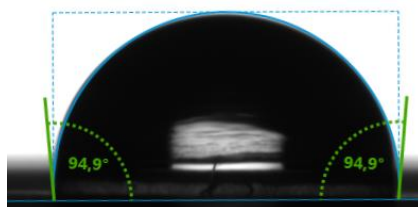


Рисунок 2. Краевой угол смачивания контрольного образца ПУ мембраны МТ-3

Обработка мембраны МТ-3 в среде воздуха при мощности разряда ( $W$ ) 500 Вт и времени обработки ( $\tau$ ) 3 минуты краевой угол смачивания уменьшается до  $68^\circ$ . Дальнейшее увеличение продолжительности экспозиции приводит к уменьшению краевого угла смачивания и при  $\tau$  30 минут составляет  $56,4^\circ$  (рисунок 3), поверхность мембраны становится еще более гидрофильной.



Рисунок 3. Краевой угол смачивания обработанного образца ПУ мембраны МТ-3 в течении 30 минут

Это объясняется образованием гидрофильных, прежде всего гидроксильных функциональных групп в результате воздействия низкоэнергетическими ионами кислорода, содержащегося в плазмообразующем газе воздухе.

Таким образом, плазменная обработка позволяет повысить гидрофильность полиуретановой мембраны, тем самым приводя к активации поверхности, что будет способствовать повышению адгезионных характеристик и улучшит ее технологические свойства в производстве мембранных материалов.

#### Список использованных источников

1. Дементьева, К.А. Проектирование систем «Костюм-окружающая среда с учетом тектоники мембранных материалов ГК «Меркурий» / К.А. Дементьева, А.В. Корнилович, А.Н.

Малинская // Сборник материалов Международного научно-практического форума «SMARTEX-2024». – 2024. – С.95-98

2. Абдуллин, И. Ш. Современные ткани с мембранным покрытием / И. Ш. Абдуллин [и др.] // Вестник Казанского технологического университета. – 2014. – Т. 17. – №. 12. – С. 37-41.

3. Хамматова, Э.А. Анализ рынка мембранных материалов из гидрофобных полимерных волокон для верхней одежды / Э.А. Хамматова, Р.Ф. Гайнутдинов // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. – 2021. – №. 5. – С. 395.

4. Ершов, И.П. Модификация синтетических волокон и нитей / И.П. Ершов [и др.] // Вестник Казанского технологического университета. – 2012. – №. 5. – С. 136-143.

5. Бычков, Н.В. Повышение гидрофильности полимерных материалов на основе полиактида / Н.В. Бычков, А.А. Захаревич, Т.Е. Григорьев // Гены и клетки. – 2022. – Т. 17. – №. 3. – С. 39-40.

6. Антонова, М.В. Регулирование гидрофильности смесовых тканей с применением низкотемпературной плазмы / М.В. Антонова, И.В. Красина, С.В. Илюшина // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. – 2019. – №. 3. – С. 100-103.

7. Абдуллин, И.Ш. Создание композиционного материала на основе СВМПЭ с применением обработки потоком низкоэнергетических ионов // И.Ш. Абдуллин, И.К. Некрасов // Материалы докладов IX международных конференций с источниками научных школ для молодежи. Суздаль, 2022 г. – 2022. – С. 498-510.

8. Ходыревская, Ю.И. Влияние плазменной модификации на физико-механические свойства полимерных материалов / Ю.И. Ходыревская, Ю.А. Кудрявцева // Новые материалы. – 2016. – С. 207-209.

9. Азанова, А.А. Плазменные технологии в отделке текстиля / А.А. Азанова, И.Ф. Л.Н. Сайфутдинова, Абуталипова // Материалы международного форума, посвященного 35-летию Технологического университета Таджикистана. – 2025. – С. 23-28.

10. Смирнова, К.В. Модифицирование полипропилена в послесвечении разряда атмосферного давления в воздухе / К.В. Смирнова [и др.] // Низкотемпературная плазма в процессах нанесения функциональных покрытий. – 2015. – Т. 1. – №. 6. – С. 119-124.

11. Пискарев, М.С. Воздействие разряда постоянного тока на свойства, химический состав и морфологию поверхности пленок полипиромеллитимида / М.С. Пискарев [и др.] // IX Международный симпозиум по теоретической и прикладной, 13-17 сентября 202. – 2021. – С. 57.

12. Абдуллин, И.Ш. Высокочастотная плазменно-струйная обработка материалов при пониженных давлениях. Теория и практика применения / И.Ш. Абдуллин, В.С. Желтухин, Н.Ф. Кашапов. – Казань: Изд – во Казан. ун – та, 2000. – 348с.

УДК 677.016.45

## **СВОЙСТВА ОКРАСОК ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ: ЦИФРОВОЙ АНАЛИЗ ДАННЫХ**

Ф.Ю. Телегин, Д.Х. Жан

Уханьский текстильный университет, Китай, Ухань

Интерес к изучению физико-химических свойств красителей обусловлен ранними исследованиями профессора Б. Н. Мельникова. Хорошо известны его работы в области изучения физико-химических свойств прямых красителей и синтеза фталоцианиновых пигментов на волокне. В частности, исследования растворимости прямых красителей и их сродства к целлюлозному волокну легли в основу разработанной им сольватационной теории крашения. Несколько ранее, ещё до защиты кандидатской диссертации, им совместно с профессором П.В. Морыгановым была переведена английская монография «Физическая химия крашения». Несколько позднее под его руководством были инициированы работы в области

цвета, что реализовалось в переводе монографии Британского общества красильщиков и колористов «Физика цвета в промышленности».

Настоящая работа посвящена анализу характеристик красителей, используемых для придания устойчивой окраски текстильным материалам. В докладе представлен комплексный обзор показателей стойкости к физико-химическим воздействиям и колористических характеристик окрасок смесями красителей. Обсуждение направлено на обобщение знаний в этой области на основе цифровых ИТ-технологий применительно к потребностям выбора красителей для получения заданных потребительских свойств текстильного материала. Цифровой анализ и обобщение данных является первым шагом к ИИ-поддержке, которая активно развивается во многих областях науки и техники.

Одним из этапов работы стало накопление данных об устойчивости окрасок к физико-химическим воздействиям. Для этого использовались результаты экспериментальных исследований, направленных на оценку изменений цвета материалов при стирке, фотовыцветании и воздействии кислородсодержащих отбеливателей для кислотных, прямых и активных красителей в стандартных условиях испытаний. Особое внимание было уделено азокрасителям, что позволило сопоставлять соединения сходного химического строения.

При помощи развитых подходов хемоинформатики к анализу данных о строении и свойствах соединений, а также алгоритмов обработки информации были выявлены характерные структурные фрагменты молекул, влияющие на прочностные свойства окрасок и определяющие их связь с химическим строением красителей. Сравнение этих фрагментов позволило установить особенности структурных признаков и их количественный вклад для азокрасителей различных технических классов, применяемых для разных типов волокон: кислотные красители — для шерстяного и полиамидного волокон, прямые и активные красители — для хлопкового волокна.

Другим важным этапом исследования стало развитие новых принципов смешения цвета на основе существующих баз данных, используемых в лабораторных исследованиях и промышленности. Результатом стало получение цветовых характеристик всех возможных комбинаций триад для каждого рекомендованного набора красителей определённой марки с широким цветовым охватом. Это позволило исключить этап сложного расчёта рецептуры путём выбора готового решения. С другой стороны, использование нейросетевых технологий позволило создать надёжные методы расчёта концентраций триад красителей по заданным цветовым характеристикам окраски с использованием известных алгоритмов.

Полученные решения представляют собой цифровой анализ и обобщение знаний в области текстильного производства. Результаты демонстрируют, что детальная систематизация имеющихся данных позволяет создать основу для разработки экспертных систем и эффективных технических решений при производстве текстильных материалов различной природы с заданным качеством окраски и цветовыми характеристиками.

УДК 677.017.4

## **ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЦЕЛЛЮЛОЗНЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ МОДИФИЦИРОВАННЫХ НЕОРГАНИЧЕСКИМИ НАНОЧАСТИЦАМИ**

А.В. Трегубов, К.А. Ерзунов

Ивановский государственный химико-технологический университет, Россия, Иваново

Современное текстильное производство сталкивается с необходимостью разработки материалов, обладающих комплексом улучшенных эксплуатационных свойств, что делает эту задачу одной из наиболее актуальных в отрасли. Применение наноразмерных частиц в текстильной индустрии обусловлено стремлением к созданию инновационных материалов с улучшенными функциональными свойствами, такими как водо- и грязеотталкивающие свойства, антибактериальная активность, повышенная прочность и устойчивость к

ультрафиолетовому излучению. Однако модификация тканей с использованием наночастиц не только придаёт им функциональные свойства, но способна оказывать влияние на качественные показатели текстильных материалов, такие как воздухопроницаемость, жёсткость, гигроскопичность и износоустойчивость, что требует тщательного баланса между функциональностью и потребительскими характеристиками [1-3].

Целью работы является изучение качественных характеристики целлюлозных текстильных материалов после модификации наноразмерными неорганическими частицами.

В качестве объекта исследования выбрана хлопчатобумажная ткань. Наноразмерные частицы оксид титана, оксид меди, оксид цинка, оксид магния и диоксид кремния были приобретены в компании «Особо чистые вещества», г. Москва. Наночастицы серебра синтезированы химическим способом из нитрата серебра. Для печатной композиции были использованы загустители: альгинат метилцеллюлоза и карбокси-метилцеллюлоза.

Разработаны составы печатной композиции включающий полимерный загуститель, функциональные наночастицы и связующее. Методом оптической микроскопии изучен характер распределения наночастиц в различных полимерных загустителях. Показано, что наиболее высокой степенью распределения наночастиц наблюдается в полимерной плёнке на основе метилцеллюлозы. Проведена иммобилизация производственных и синтезированных наночастиц на поверхность хлопчатобумажной ткани методом текстильной печати. Процесс печати включал нанесение, отжим, сушку и термофиксацию образцов. Установлено, влияние наномодификаторов на механические свойства текстильного материала. Определены показатели разрывной нагрузки и удлинения обработанных тканей. Для большинства образцов наблюдается повышение разрывной нагрузки и разрывного удлинения после модификации наночастицам. Максимальное падение прочности наблюдается для образцов, содержащих серебро и оксид меди. Оценены гигроскопичные свойства функциональных материалов с диоксидом титана, диоксидом кремния, оксидом цинка и оксидом магния. Наибольшее влияние на гигроскопичные свойства целлюлозы оказывает загуститель метилцеллюлоза.

#### Список литературы

1. Zhu, J. Preparation of superhydrophobic, antibacterial and photocatalytic cotton by the synergistic effect of dual nanoparticles of rGO-TiO<sub>2</sub>/QAS-SiO<sub>2</sub> / J. Zhu [et al.] //Industrial Crops and Products. – 2022. – V. 189. – P. 115801.
2. Nallathambi, G. Effect of silica nanoparticles and BTCA on physical properties of cotton fabrics / G. Nallathambi [et al.] //Materials Research. – 2011. – V. 14. – P. 552-559.
3. Attia, R. M. Electrical conductivity and mechanical properties of conductive cotton fabrics / R.M. Attia, N.M. Yousif, M.H. Zohdy //Journal of Industrial Textiles. – 2022. – V. 51. – N 2 – P. 3149-3175.

УДК 539.3:621.002.3

### **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЕДИНИЧНОЙ МОНОНИТИ И СВЯЗУЮЩЕГО**

М.Ю. Трещалин, Ю.М. Трещалин

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Россия, Москва

Важную роль при производстве композитов на нетканой основе играет связующее [1]. Здесь имеют значение два фактора: взаимодействие с волокнами основы (адгезия) и экологическая чистота компонентов. При этом принципиально важно сохранение целостности композиционных материалов, которая во многом определяется адгезионным взаимодействием химических волокон (мононитей) и связующего [2].

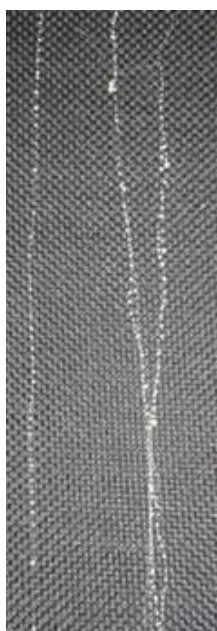


В связи с многообразием нетканых материалов проведено экспериментальное изучение взаимодействия единичного структурного элемента нетканого полотна и связующего. Испытаниям подвергались:

- одиночные полипропиленовые нити, диаметром 0,0185 мм;
- силикон-тефлоновая нить, диаметром 0,12 мм;
- полиамидная нить номинальной линейной плотности 187 текс, ТУ 2272-103-77319717–2010.

Обработка нитей связующим и клеящими веществами производилась равномерно по всей поверхности при помощи мягкой кисти. Наблюдения показали, что связующее на базе полиэфирной смолы POLYLITE 516-M855 располагается на нитях в виде шарообразных капелек, которые в процессе полимеризации приклеивались к мононити, но не контактировали и не слипались между собой (Рисунок 1, а). По окончании процесса полимеризации нити оставались эластичными и не теряли свою прочность.

Другой эффект имел место при использовании герметика, резинового клея, клея ПВА и жидкого стекла (Рисунок 1, б). Указанные клеящие вещества плотным густым слоем обволакивали нити, не образуя капелек, и практически не стекали по их поверхности. При этом, нити не теряли эластичность, в процессе их растяжения и изгиба не происходило трещинообразование или разрыв слоя клеящих веществ.



а



б

Рисунок 1. Нити после полимеризации: а – связующего на базе полиэфирной смолы POLYLITE 516-M855 (в виде капелек); б – клеящих веществ

Кроме того, было установлено, что:

- наличие на нити, находящейся внутри капельки отвердевшего связующего, тончайшего пограничного слоя;
- взаимосвязь нитей и полимеризованного связующего крайне незначительна и при приложении незначительной нагрузки, капелька отвердевшего связующего достаточно легко сдвигалась по нити;
- клеящие вещества покрывают нить сплошным слоем, на поверхности не наблюдаются трещины и пузырьки воздуха.

Помимо изложенного, проведены исследования единичной нити, находящейся в толще полимерной матрицы (Рисунок 2). В результате необходимо отметить достаточно прочное соединение указанных веществ и нитей: попытка вытянуть нить из матрицы не увенчалась успехом, что позволяет судить о высоких адгезионных свойствах химических волокон (нитей) и используемых клеящих химических соединений.





Рисунок 2. Расположение монопнити в матрице

Визуальное исследование нитей, находящихся в полимеризованном связующем, показало, что нить по всей внешней поверхности полностью взаимодействует с матрицей, в зоне контакта трещины и пузырьки воздуха отсутствуют.

Проведенный анализ взаимодействия единичных химических волокон и нитей с клеящими веществами (герметик, клей ПВА, резиновый клей, жидкое стекло) показал их достаточно высокую адгезионную способность с химическими волокнами и нитями,

#### Список литературы

1. Трещалин Ю.М. Композиционные материалы на основе нетканых полотен: монография / Ю.М. Трещалин. – М.: Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, 2015. – 220 с.
2. Рейфснейдер К. – В сб.: Прикладная механика композитов. Сер. Механика / Пер с англ. – М.: Мир, 1989. – С. 108-142.

УДК 539.3:621.002.3

### МЕТОД ПОВЫШЕНИЯ ПРОЧНОСТНЫХ СВОЙСТВ КОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ НЕТКАНЫХ МАТЕРИАЛОВ

М.Ю. Трещалин, Ю.М. Трещалин

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Россия, Москва

В процессе разработки композитов на нетканой основе и исследования их свойств было установлено, что температура связующего при полимеризации составляет 80...120 °С. В связи с этим возникает предположение о возможности использования веществ, имеющих температуру плавления или размягчения порядка 100 °С, дополнительно введенных на стадии приготовления связующего для усиления адгезионных связей и, как следствие, увеличения прочностных характеристик композиционного материала [1].

Выбор модификаторов в связующее производился исходя из следующих условий:

- частицы вещества должны иметь минимальные размеры и находиться в твердом агрегатном состоянии при нормальных физических условиях;
- иметь температуру размягчения (плавления) в интервале 50 – 120 °С.

В качестве таких модификаторов были выбраны: тонер, применяемый в лазерных принтерах (размер частиц 5...30 мкм); алюминиевая пудра (размер частиц 20...30 мкм); черная пористая резина в виде частиц размером 20...50 мкм).

Из имеющегося описания модификаторов сделано предположение, что рабочая температура полимеризации связующего, как правило, превышающая 80 °С, должна оказывать влияние на структуру и свойства частиц тонера и резины. Поэтому первоначально все перечисленные добавки были испытаны на предмет спекания. Для этого небольшое

количество частиц помещалось между двумя стальными пластинами, которые плотно прижимались друг другу при помощи груза, после чего к нижней пластине подводилось тепло в течение 3...5 мин. В результате было установлено, что спекание частиц с пластинами произошло у всех испытуемых модификаторов, что дало основание исследовать искомый упрочняющий эффект при введении в связующее указанных добавок.

Образцы композитов изготавливались по следующей методике. В связующее, приготовленное на базе полиэфирной смолы POLYLITE 516-M855 помещались частицы модификаторов. Для каждой добавки отдельно готовилось связующее, объемом 100 мл. Раствор тщательно перемешивался до состояния равномерного распределения частиц по объему, после чего производилась пропитка образцов нетканых полотен в виде пластин, размером 200×50 мм. В качестве волокнистой основы использовано иглопробивное полотно из смеси штапелированных волокон ПЭ (20%) + ПП (80%) в двух вариантах номинальной поверхностной плотности – 590 г/м<sup>2</sup> (образец №1) и 870 г/м<sup>2</sup> (образец №2).

Изучение фотоснимков частиц тонера в матрице дает возможность предположить, что в процессе полимеризации, связующее сжимает частицу тонера по всей площади контакта. С учетом давления и достаточно высокой температуры (80...120 °С) наночастицы, составляющие внешнюю поверхность и полимерную оболочку тонера, проникают в связующее, образуя пограничный слой. При этом отсутствует трещинообразование или наличие пузырьков воздуха. Наблюдая наплывы связующего вокруг частицы тонера (рисунок, а) можно предположить наличие поперечного сжатия мононитей нетканого полотна в процессе полимеризации связующего.

Частицы алюминиевой пудры размещаются равномерно по всему объему композита (рисунок, б), образуя конгломераты, соединенные между собой. Видимых нарушений структуры самого композиционного материала не отмечается.

В случае использования добавки из пористой резины в структуре композита присутствуют отдельные частицы резины, имеющие более крупные размеры (рисунок, в). Первоначальное расположение мононитей в структуре нетканой основы не нарушено. Трещинообразования не наблюдается. Частицы добавок оказывают демпфирующий эффект.

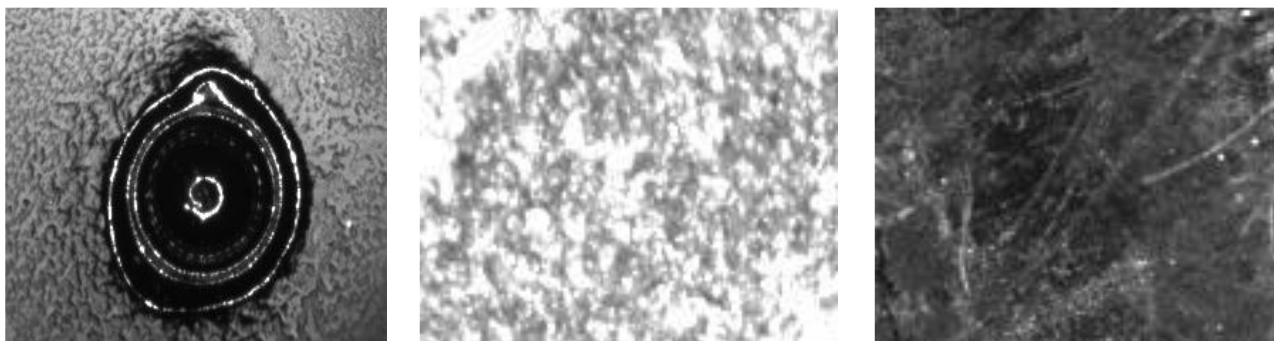


Рисунок. Полимеризованное связующее с включениями микрочастиц: а) – тонера; б) – алюминиевой пудры; в) – резины

Экспериментальные исследования образцов с применением добавок в связующее в виде тонера и частиц черной пористой резины показали, что предложенные добавки увеличивает механическую прочность композиционного материала на 20...45 % по отношению к прочности композита без добавления указанных веществ. Вместе с тем, композиционный материал с включениями частиц алюминиевой пудры, демонстрирует снижение прочности относительно базового образца на 4...9%.

#### Список литературы

1. Трещалин, Ю.М. Композиционные материалы на основе нетканых полотен: монография / Ю.М. Трещалин. – М.: Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, 2015. – 220 с.

## АКТИВИРОВАННЫЕ УГЛЕРОДНЫЕ ВОЛОКНА, ДЕКОРИРОВАННЫЕ МИКРО И НАНО ЧАСТИЦАМИ ЗОЛОТА

Н.Ф. Уварова, А.А. Лысенко, О.В. Асташкина

Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и  
дизайна, Россия, Санкт-Петербург

Ранее нами были получены и исследованы, в том числе биоактивные, активированные углеродные волокна (АУВ), декорированные серебром (АУВ- $\text{Ag}^0$ ) [1, 2]. Металлсодержащие сорбенты получены путем самопроизвольного восстановления  $\text{Ag}^+$  в  $\text{Ag}^0$  за счет взаимодействия с поверхностью АУВ. В исследованиях показано, что бактерицидная активность АУВ- $\text{Ag}^0$  образцов имеет выраженный экстремальный характер. Максимум бактерицидной активности наблюдался при содержании  $\text{Ag}^0$  на АУВМ  $0,1 \cdot 10^{-4}$  моль/см<sup>2</sup>.

Настоящие исследования посвящены получению и исследованию свойств золотосодержащих активированных волокон (АУВ- $\text{Au}^0$ ). Волокнистые материалы были получены путем восстановления  $\text{Au}^{+3}$  до  $\text{Au}^0$  в структуре активированных волокнистых материалов.

Содержание золота в нулевой степени окисленности ( $\text{Au}^0$ ) на АУВ определяли по разности концентраций ионов золота в растворах до и после восстановительной адсорбции. Для декорирования АУВМ были приготовлены растворы хлороауриновой кислоты с концентрациями 1; 0,5; 0,25; 0,125; 0,0625 ммоль/л. Дальнейшие исследования определили оптимальный уровень концентрации раствора для декорирования, он составил 0,25 ммоль/л. Количество высаженного металла на поверхность АУВМ при этом составило  $0,75 \cdot 10^{-4}$  моль/см<sup>2</sup>.

Экспериментально показано, что золотосодержащие углеродные волокна обладают способностью подавлять активность грамотрицательной культуры *Pseudomonas fluorescens*. Количество бактериальных клеток в суспензии определяли методом посева на плотную среду мясо-пептонного агара, титр клеток был снижен с  $1,8 \times 10^8$  КОЕ/мл до  $3,9 \times 10^7$ .

### Список литературы

1. Лысенко, А.А. Серебросодержащие углеродные волокна. получение и свойства / А.А. Лысенко, Н.Г. Медведева, Б.Л. Горберг [и др.] // Химические волокна. – 2020. – №. 5. – С.8-13.
2. Жуковский, В.А. Получение и исследование полимерных имплантов с серебряным нанопокрывом / В.А. Жуковский, Т.Ю. Анущенко, Д. Тагандурдыева, В.А. Хохлова // Химические волокна. – 2018. – №. 4. – С. 12-17.

## ТЕРМОДИНАМИКА МОЛЕКУЛЯРНОГО СВЯЗЫВАНИЯ 18-КРАУН-6 С СЕРИЦИНОМ

Т. Р. Усачева<sup>1</sup>, Н. Н. Куранова<sup>1</sup>, Е. В. Сатурина<sup>1</sup>, М.С. Бухаров<sup>1</sup>, В.Г. Штырлин<sup>2</sup>,  
Е.Г. Одинцова<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Ивановский государственный химико-технологический университет, Россия, Иваново

<sup>2</sup>Химический институт им. А.М. Бутлерова, Казанский федеральный университет,  
Россия, Казань

<sup>3</sup>Институт химии растворов им. Г.А. Крестова Российской академии наук, Россия, Иваново

Многоуровневый подход к исследованиям и разработкам в материаловедении предполагает сочетание фундаментальных и прикладных аспектов. Исследование

термодинамики процессов, составляющих основу модификации природных волокнистых материалов, относится к фундаментальным задачам и актуально как с точки зрения развития химии супрамолекулярных соединений, так и приоритетных направлений биохимии, биотехнологии, текстильной химии.

Шелковое волокно в основном состоит из двух белков: фиброина и серицина. Два фиброина связываются вместе с помощью серицина. Серицин и фиброин состоят из разных аминокислот и в отличие от фиброина, серицин является водорастворимым белком. Увлажняющие свойства позволяют использовать серицин в производстве ранозаживляющих терапевтических средств, стимулирующих пролиферацию клеток, кремов и шампуней, защищающих от ультрафиолетовых лучей. Свойства серицина могут быть улучшены путем введения различных модификаторов в его структуру.

Использование краун-эфиров в качестве модификаторов волокнистых материалов представляется перспективным благодаря их способности к селективному связыванию с органическими и неорганическими катионами. Взаимодействия «краун-эфир - аминокислота» могут быть использованы для функционализации биоматериалов, имеющих в своей структуре аминокислотные группы. В данном исследовании использовался краун-эфир 18-краун-6 (18К6). Проведение процессов модификации в водно-этанольных растворителях обеспечит лучшую реакционную способность 18К6. Кроме того, для антибактериальной модификации природных текстильных волокон в сочетании с 18К6 могут быть использованы его комплексы с ионами серебра. Ранее было установлено, что устойчивость комплекса 18К6 с  $\text{Ag(I)}$  возрастает при переходе от воды к растворителям вода-этанол за счет десольватации реагентов [1].

Метод связывания отдельных аминокислот в молекуле серицина до сих пор неизвестен. Структура серицина, в основном, представляет собой случайный клубок и зависит от внешних условий. В базах данных отсутствует его рентгенографическая структура. Имеются только структуры, сгенерированные алгоритмами (например, AlphaFold2), которые имеют довольно низкую оценку достоверности. В связи с этим строгие термодинамические подходы к расчетам термодинамических параметров межмолекулярных ассоциаций серицина с различными молекулами-потенциальными модификаторами его структуры применить затруднительно.

В данной работе определены термодинамические параметры реакции межмолекулярного связывания 18К6 с серицином в воде и водно-этанольных растворителях с содержанием этанола 0.2, 0.4 и 0.6 мол.доли при  $T = 298.15$  К. Теплоты смешения растворов серицина с растворами 18-краун-6 определяли на калориметрической системе ТАМ III (TA Instruments), оснащенной ячейкой титрования объемом 20 мл. Методика калориметрических экспериментов аналогична приведенной в [2]. Устойчивость молекулярного комплекса, изменение энергии Гиббса, изменение энтальпии и изменение энтропии комплексообразования рассчитаны по результатам термохимических экспериментов. Термодинамические параметры комплексообразования серицина с 18К6 рассчитаны в программе ТАМ Assistant (TA Instruments). В расчетах использовалась наиболее вероятная молекулярная масса реакционных центров связывания серицина с 18К6 - аминокислотных остатков белка, определенных согласно расчетам молекулярного докинга (рисунок 1). Изменение интенсивности калориметрического сигнала во время титрования свидетельствует о наличии взаимодействий, приводящих к образованию комплексов (рисунок 2). Стехиометрия 1:1 наилучшим образом описывает экспериментальные результаты.

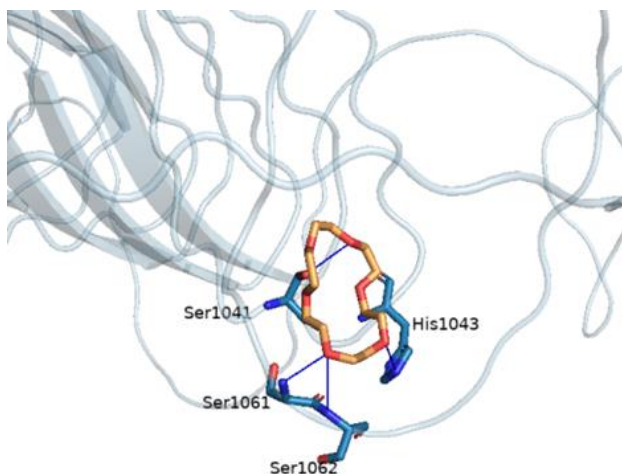


Рисунок 1. Связывание 18-краун-6 с краем белка

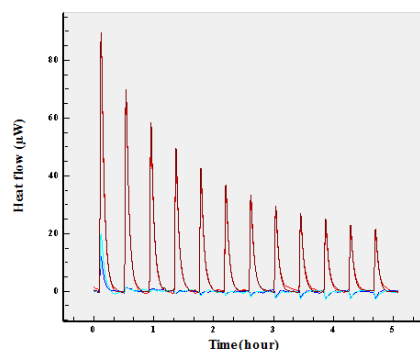


Рисунок 2. Термограмма тепловых эффектов смешения 18К6 с серицином (в ячейке- серицин ( $C^0=0.009562$  моль/л), в шприце 18К6 ( $C^0=0.1215$  моль/л), красная и коричневая термограммы; и корректировочных экспериментов (синяя и голубая термограммы) по разведению раствора 18К6 в водно-этанольном растворителе (0.2 м.д)

Установлено, что при переходе от  $H_2O$  к водно-этанольному растворителю состава 0.6 мольных долей этанола устойчивость комплекса серицина с 18К6 увеличивается незначительно, от  $\lg K = 1.8$  до  $\lg K = 2.1$ , экзотермичность комплексообразования возрастает от  $-2.3$  кДж/моль до  $-6.45$  кДж/моль.

Ранее было исследовано влияние водно-этанольного растворителя на термодинамику комплексообразования 18К6 с различными аминокислотами [1]. Было установлено, что рост содержания этанола в растворителе от 0 до 0.9 мол.д. приводит к увеличению устойчивости комплексов примерно на 3 логарифмических единицы и к увеличению экзотермичности комплексообразования примерно на 40 кДж/моль. Связи между 18К6 и аминокислотами в серицине прочнее, так как больше реакционных центров для связывания между аминогруппами аминокислот и атомами кислорода в молекуле 18К6, по сравнению с индивидуальными аминокислотами и пептидами. Однако влияние растворителя на изменение термодинамических параметров комплексообразования серицина с 18К6 менее выражено, чем для комплексов 18К6 с индивидуальными аминокислотами.

*Работа выполнена при поддержке Министерства науки и высшего образования России, при поддержке Министерства науки и высшего образования России (FZZW-2023-0008).*

#### Список литературы

1. Шарнин, В.А. Комплексообразование в неводных средах: Сольватационный подход к описанию роли растворителя / В.А. Шарнин, Т.Р. Усачева, И.А. Кузьмина, Г.А. Гамов, В.В. Александровский. – М: Ленанд, 2019. – 304 с.
2. Усачева, Т.Р. Термодинамика комплексообразования с 18-краун-6 с L-карнозином и его конформационный анализ / Т.Р. Усачева, Н.В. Белова, Е.В. Сатурина, О.Н. Крутова, М.М. Луканов, Э.А. Павлова // Изв. вузов. Химия и хим. технология. – 2023. – Т. 66. – №. 5. – С. 21-31.

Г.Н. Хуснутдинова, А.А. Азанова

Казанский национальный исследовательский технологический университет, Россия, Казань

В связи с тенденцией к увеличению средних температур на планете возрастает спрос на текстильные материалы, обладающие охлаждающим эффектом. Охлаждающий текстиль обычно используется в спортивной, повседневной и специальной одежде для работы в жарких условиях и становится все более популярным [1]. Учитывая пути отвода тепла от тела человека, охлаждающий текстиль разрабатывается на основе следующих технологий:

- поглощение и отведение влаги. Такие материалы позволяют отводить влагу с поверхности кожи человека за счёт испарения, создавая ощущение прохлады и сухости;
- материалы с фазовым переходом. Это неорганические и органические соединения, способные поглощать или выделять большое количество тепла во время фазовых переходов между твердой и жидкой фазами в узком температурном диапазоне;
- применение водопоглощающих полимеров (гидрогелей), способных поглощать и выделять воду для обеспечения охлаждающего эффекта;
- материалы с повышенной воздухопроницаемостью, обеспечивающие максимальную циркуляцию воздуха в пододежном пространстве;
- создание различных покрытий, препятствующих нагреванию текстильных материалов;
- разработка электропроводящих материалов.

Технологичным решением для обеспечения ощущения прохлады в условиях интенсивного потоотделения является использования сахарных спиртов за счет их эндотермической химической реакции при поглощении воды, а в случае с одеждой – пота.

Одним из широко применяемых видов сахарных спиртов является ксилит – пятиуглеродный сахарный спирт, широко используемый в пищевой промышленности, фармакологии, стоматологии и косметике благодаря своим уникальным физико-химическим свойствам [2-6]. Растворение ксилита является эндотермической реакцией – при взаимодействии с водой возникает охлаждающий эффект, что открывает перспективы его использования при создании охлаждающей отделки текстильных изделий [7]. Одним из важных преимуществ при этом является его нетоксичность и безопасность для человека и окружающей среды.

Известно, что растворение кристаллических веществ сопровождается сначала разрушением кристаллической решетки, а затем гидратацией молекул растворенного вещества. Для любого кристалла величина энергии, необходимая для разрушения связей, уменьшается с уменьшением размеров кристаллов, так как облегчается доступ молекул растворителя к межмолекулярным связям. Значит, для получения большего охлаждающего эффекта на текстиле, необходимо получить кристаллы большего размера.

Ксилит обладает высокой степенью растворимости в воде, причём эта характеристика значительно возрастает с повышением температуры. Подобное поведение открывает возможности для кристаллизации путем постепенного снижения температуры раствора либо частичного удаления воды путем испарения. Также факторами, влияющими на формирование кристаллов ксилита, являются наличие посторонних частиц, которые стимулируют появление множества центров кристаллизации, и введение антирастворителей – жидкостей, снижающих растворимость основного компонента в среде, вызывая образование кристаллов. Наиболее распространёнными примерами антирастворителей служат метанол, этанол и изопропанол, обладающие способностью эффективно инициировать осаждение ксилита из водного раствора.

Целью работы было изучение влияния добавок на размер кристаллов при кристаллизации ксилита на текстиле методом испарения. Было подготовлено три 50%-ных

водных раствора ксилита. Один – контрольный, во второй добавлен тальк 3 г/л, в третий – 95%-ный этанол в количестве 10%. Полученные растворы нанесены на образцы полиэфирного трикотажа методом распыления и высушены при комнатной температуре. Для анализа размера кристаллов ксилита сделаны микрофотографии с помощью 3D-сканирующего лазерного микроскопа OLYMPUS LEXT OLS 4100 (рисунок).

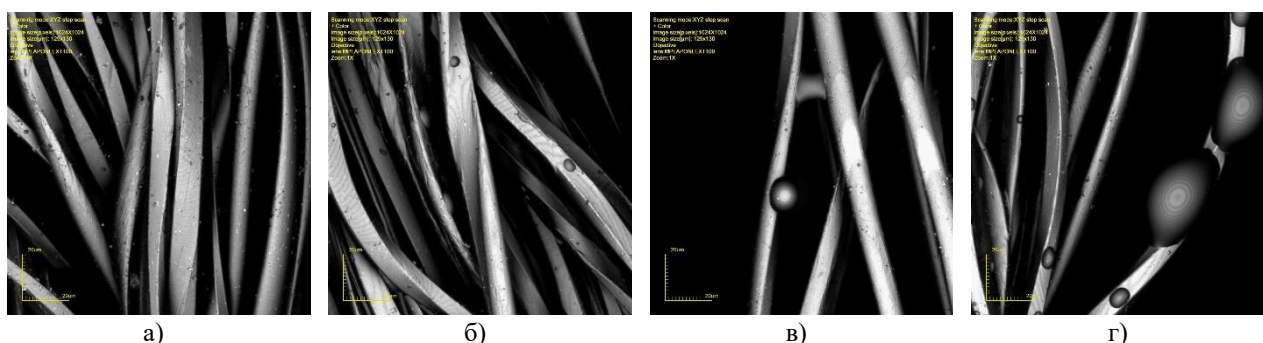


Рисунок. Микрофотографии образцов: а) контрольный; б) 50%-ный водный раствор ксилита; в) 50%-ный водный раствор ксилита + тальк 3 г/л; г) 50%-ный водный раствор ксилита + 95%-ный этанол 10%

Микрофотографии показывают, что при кристаллизации ксилита на поверхности волокна образуются кристаллы размером 2-4 мкм, добавление талька вызывает увеличение их размеров в среднем до 10-12 мкм, а при добавлении в качестве антирастворителя этанола – до 20-25 мкм. Измерение охлаждающего эффекта путём распыления воды на поверхность опытных образцов показало снижение температуры на 3-5 °С по сравнению с контрольным.

Таким образом, использование антирастворителей дает возможность получать на текстильном материале кристаллы ксилита разных размеров, что позволит регулировать охлаждающий эффект.

#### Список литературы

1. Хуснутдинова, Г.Н. Технологии создания охлаждающего текстиля / Г.Н. Хуснутдинова, А.А. Азанова // Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоемкие технологии и материалы (SMARTEX). – 2023. – №. 1. – С. 213-216.
2. Uhari, M. A Novel Use of Xylitol Sugar in Preventing Acute Otitis Media / M. Uhari, T. Kontiokari, M. Niemelä // Pediatrics. – 1998. – №. 102. – P. 879–884.
3. Mikkola, J. P. Kinetic and Mass-Transfer Effects in the Hydrogenation of Xylose to Xylitol / J.P. Mikkola, T. Salmi, R. Sjöholm // Stud. Surf. Sci. Catal. – 1999. – №. 122. – P. 351–358.
4. Sampaio, F. C. Xylitol Crystallization from Culture Media Fermented by Yeasts / F.C. Sampaio, F.M.L. Passos, F.J.V. Passos, D. De Faveri, P. Perego, A. Converti // Chem. Eng. Process. Process Intensif. – 2006. – №. 45. – P. 1041–1046.
5. Sirisansaneeyakul, S. Screening of Yeasts for Production of Xylitol from D-Xylose / S. Sirisansaneeyakul, M. Staniszewski, M.J. Rizzi // Ferment. Bioeng. – 1995. – №. 80. – P. 565–570.
6. Marques Júnior, J. E. Development of a Purification Process via Crystallization of Xylitol Produced for Bioprocess Using a Hemicellulosic Hydrolysate from the Cashew Apple Bagasse as Feedstock / J.E. Marques Júnior, M.V.P. Rocha // Bioprocess Biosyst. Eng. – 2021. – №. 44. – P. 713–725.
7. Хуснутдинова, Г. Н. Охлаждающая отделка текстильных материалов с использованием ксилита и эритрита / Г. Н. Хуснутдинова, А.А. Азанова // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. – 2024. – №. 1(409). – С. 116-121.



## **РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ РЕГЕНЕРИРОВАННЫХ ВОЛОКОН ИЗ ТЕКСТИЛЬНЫХ ОТХОДОВ И ИЗГОТОВЛЕНИЯ ИЗ НИХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ**

А.А. Хосровян, А.А. Жукова, И.Г. Хосровян, Г.А. Хосровян  
Ивановский государственный химико-технологический университет, Россия, Иваново  
Ивановский государственный политехнический университет, Россия, Иваново

При разработке технологии и оборудования для получения регенерированных волокон из текстильных отходов были решены следующие задачи:

- разработка технологии, способа и оборудования для получения регенерированных волокон из текстильных отходов;
- разработка оборудования для грубого и тонкого разрыхления и очистки волокнистой массы регенерированных волокон;
- разработка технологии, способа и оборудования для получения многослойных волокнистых материалов с последующим изготовлением из них композиционных волокнистых материалов;
- теоретические исследования технологических процессов с использованием методов механики и аэродинамики с целью создания основы для работ прикладного характера, в том числе разработки новых технологических линий и оборудования [1].

При регенерации волокон из текстильных отходов особое значение имеет снижение содержания комплексов волокон в волокнистой массе.

Для эффективного решения данной проблемы нами разработана технологическая линия с использованием в ней также разработанного нами оборудования для рассортировки волокон, их распределения и транспортировки, в котором реализован разработанный нами способ получения двухслойного волокнистого материала, состоящего из верхнего слоя, содержащего только одиночные волокна, и нижнего слоя, содержащего комплексы волокон.

Преимуществом данной технологии является то, что нижний слой, состоящий из комплексов волокон, возвращается на повторную переработку, тем самым верхний слой пополняется одиночными волокнами [2].

Новизна в технологии получения регенерированных волокон из текстильных отходов заключается в том, что выходящая из оборудования волокнистая масса содержит только одиночные регенерированные волокна.

При изготовлении композиционных текстильных материалов в технологической линии были использованы разработанные нами способ и оборудование для получения многослойных армированных волокнистых материалов, которые образуются в результате соединения одновременно сформированных равномерных по толщине и физико-механическим показателям волокнистых слоев и армирующего материала.

В качестве новизны разработанных способа и оборудования можно отметить то, что имеется возможность регулирования толщины слоев, состава слоев и их физико-механических показателей, а также структуры многослойных армированных волокнистых материалов.

Преимущества предложенной нами технологической линии изготовления композиционных текстильных материалов являются:

- упрощение и сокращение технологического процесса за счет исключения операций, протекающих на преобразователе прочеса, а также операций предварительного скрепления на иглопробивной машине, наматывания в рулон, складирование на раме и сложения волокнистых холстов с прокладыванием между них ткани для армирования, и как следствие, уменьшение времени на изготовление продукции;
- повышение качества получаемой продукции за счет дополнительной очистки и обеспыливания;



- улучшение условий труда и сокращение численности обслуживающего персонала за счет сокращения технологических операций;
- непрерывность технологического процесса, обеспеченная включением в технологическую линию разработанного нами оборудования, на котором происходит параллельное образование нескольких волокнистых слоев с последующим их соединением на данном оборудовании с материалом для армирования;
- вариативность технологической линии.

В зависимости от исходного сырья и назначения композиционных текстильных материалов определенные машины в разработанной технологической линии включаются в нее либо исключаются. Но ключевые машины (оборудование для рассортировки волокон, их распределения и транспортировки и оборудование для получения многослойных волокнистых) работают постоянно.

При использовании волокнистой массы различной по составу волокон для повышения эффективности ее разрыхления и очистки, снижения зажугивания волокон, неровноты волокнистой массы и повышения качества композиционного текстильного материала в технологической линии используют дополнительно разработанные нами разрыхлители-очистители грубого и тонкого разрыхления, которые обеспечивают получение более разрыхленной волокнистой массы. При разработке разрыхлителей-очистителей учитывались два важных взаимосвязанных фактора. Первый фактор - это воздействие на волокнистую массу вращающихся рабочих органов, второй фактор (аэродинамический) - это воздействие на волокнистую массу вращающихся воздушных потоков в камерах разрыхления [3].

Разработанные нами технологии и оборудование для подготовки волокнистой массы, состоящей из регенерированных волокон, полученной из текстильных отходов, а также способ и оборудование для рассортировки волокон, их распределения и транспортировки и оборудование для получения многослойных волокнистых материалов позволяют получить композиционные текстильные материалы различного назначения.

В качестве примера может служить технологический процесс изготовления композиционного материала для грязезащитных щитков колесных арок и днища, а также для других вспомогательных шумоизоляционных обивок автомобилей [4,5].

#### Список литературы

1. Хосровян Г.А. Теория и технологии подготовки волокнистой массы для производства текстильной продукции / Хосровян Г.А., Хосровян А.Г., Хосровян И.Г. Монография. – Москва: РУСАЙНС, 2023. – 254 с.
2. Патент 2595992 Российская Федерация. Способ получения многослойных волокнистых материалов и устройство для его осуществления: № 2015115426/12: заявл. 23.04.2015; опубл. 27.08.2016 / Г.А. Хосровян, Т.Я. Красик, М.А. Тувин, И.Г. Хосровян; патентообладатель Г.А. Хосровян. – 16 с.
3. Патент 2785538 Российская Федерация. Разрыхлитель-очиститель волокнистых материалов: № 2022107939: заявл. 25.03.2022; опубл. 08.12.2022 / Г.А. Хосровян, А.А. Жукова, А.Г. Хосровян; патентообладатель Ивановский государственный политехнический университет. – 15 с.
4. Хосровян А.Г. Инновационные разработки в области технологии и оборудования для производства композиционных волокнистых материалов / А.Г. Хосровян, И.Г. Хосровян, Г.А. Хосровян // Научный журнал "GLOBUS" Технические науки. – 2021. – Т. 7. – №. 1. – С35-39.
5. Жукова А.А. Разработка технологии и оборудования для подготовки полуфабрикатов из текстильных отходов и вторичного сырья и изготовления композиционных текстильных материалов различного назначения / А.А. Жукова, А.Г. Хосровян, Г.А. Хосровян // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2021. – №. 6. – С. 184-188.

**ПРОТОТИПИРОВАНИЕ АКАРИЦИДНО-РЕПЕЛЛЕНТНОЙ ОТДЕЛКИ  
ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ В УСЛОВИЯХ ПРОИЗВОДСТВА**Чернова Е.Н.<sup>1</sup>, Королев С.В.<sup>1</sup>, Одинцова О.И.<sup>2</sup>, Малыгина А.А.<sup>2</sup><sup>1</sup> Общество с ограниченной ответственностью «Объединение «Специальный Текстиль»,  
Россия, Шуя<sup>2</sup>Ивановский государственный химико-технологический университет, Россия, Иваново

С каждым годом возрастает активность клещей в условиях средней полосы России. При этом увеличивается процент клещей, которые переносят такие опасные заболевания, как боррелиоз и другие [1]. Становится необходимым усиление мер защиты против кровососущих насекомых. На рынке существует широкий спектр защитных препаратов в виде кремов, спреев, пластин и т.д. Они зарекомендовали себя, как эффективные средства, однако, подходят не всем потребителям, так как способны вызывать аллергические реакции при непосредственном контакте с кожными покровами человека. Решением проблемы может стать разработка костюмов с нанесенными на поверхность капсулами с акарицидно-репеллентным препаратом. Вещество, убивающее клещей, будет выделяться пролонгировано и не контактировать с кожей и дыхательными путями человека. Цель исследования заключалась в разработке технологии микрокапсулирования акарицидно-репеллентных веществ и их иммобилизации на текстильные материалы. В качестве такого вещества был выбран альфа-циперметрин, который растворяли в оксиэтилированном рапсовом масле и капсулировали, послойно нанося полиэлектролиты разного заряда и эмульгаторы. Размеры полученных капсул контролировали методом динамического рассеяния света и методом оптической и сканирующей электронной микроскопии. В результате получены дисперсии с микрокапсулами, содержащие альфа-циперметрин, устойчивые в течение длительного времени с размером частиц 80-250 нм (рисунок).

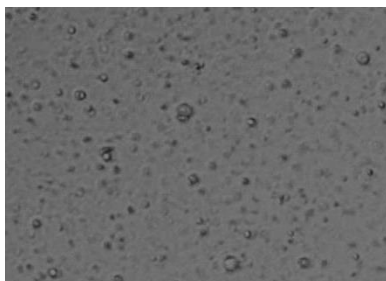


Рисунок. Оптическое изображение полученных микрокапсул с альфа-циперметрином

Разработана технология иммобилизации дисперсии на текстильные материалы хлопчатобумажного и смешанного волокнистого состава. Она включает в себя пропитку, конвективную подсушку, обработку в закрепителе и контактную сушку. Осуществлена апробация разработанной технологии в производственных условиях ООО «Специальный текстиль», город Шуя. Костюмы, пошитые из ткани, обработанной дисперсией микрокапсул, прошли успешные полевые испытания в природных очагах клещевого энцефалита.

**Список литературы**

1. Об эпидситуации по клещевому вирусному энцефалиту и другим инфекциям, передающимся клещами. – URL:<https://37.rospotrebnadzor.ru/document/11437/> (Дата обращения: 12.05.2025).
2. Королев, С.В. Разработка технологии акарицидно-репеллентной отделки текстильных материалов и ее успешное внедрение в производство инновационного предприятия «Объединение «СПЕЦИАЛЬНЫЙ ТЕКСТИЛЬ»» / С.В. Королев, О.И. Одинцова,

А.А. Липина, Е.Н. Чернова, Д.С. Королев // Изв. вузов. Технология Текстильной Промышленности. – 2019. – Т. 384. – №. 6. – С. 55-61.

3. Липина, А.А. Оценка нанодисперсного состояния и агрегативной устойчивости экспериментальных образцов инкапсулированных акарицидно-репеллентных веществ / А.А. Липина, О.И. Одинцова, А.С. Антонова, Ю.В. Носкова // Изв. вузов. Технология Текстильной Промышленности. – 2019. – Т. 383. – №. 5. – С. 130-135.

УДК 677.027.5

## **ТЕКСТИЛЬНЫЙ РЕАЛИСТИЧНЫЙ РИСУНОК 1920-1930 ГОДОВ КАК ОСНОВА СОВРЕМЕННОЙ ЦИФРОВОЙ ПРЯМОЙ ПЕЧАТИ НА ТКАНЯХ**

Чешкова А.В., Лапина Е.А., Отменина А.Е., Чешков Г.А.

Ивановский государственный химико-технологический университет, Россия, Иваново

В начале 1920-х годов на запускаемых после останова текстильных фабриках Иванова стал создаваться новый тип агитационного революционного текстиля. Реалистичный антропоморфный текстильный орнамент советской эпохи имеет особый «символический» смысл, агитационную направленность с грамотным инструктированием здорового образа жизни, оптимистичного поведения. В числе первых примеров новой советской пропаганды и наглядного средства массовой информации стали платки. Это не только изображения деятелей революции, государственной символики, лозунгов и памятных дат, но и орнаменты с людьми труда, спорта, сельского хозяйства, учащимися [1, 2]. А. Карабанов на страницах журнала «Известия текстильной промышленности» писал о необходимости «...дать новые расцветки и рисунки тканей, которые, будучи беднее по волокну, победят мировую конкуренцию богатством своего замысла, смелостью и революционной красотой мысли». Советская власть требовала от деятелей искусства создать особую предметную среду, которая не должна была вызывать ассоциаций с бытом дореволюционной России. Орнаменты ситцевых платков были призваны сформировать новое сознание и помогали осуществить идеологическую перестройку. Весомый вклад в развитие текстильной орнаментации в 1920—1930-е годы внесли ивановские текстильщики и выпускники ВХУТЕМАСа и Ассоциации художников революционной России (АХРР). В собрании Ивановского государственного историко-краеведческого музея (ИГИКМ) им. Д. Г. Бурылина сохранены образцы платков с реалистичным изображением портретов и сюжетных сцен. В противоположность цветочным орнаментам дореволюционных фабрик на новых платках можно отметить четкую организованную плоскую графику орнамента, а особая геральдическая структура представлена с лаконичным цветовым решением. Обычно это двух, трех вальная печать. Цветовое ограничение связано не только с проблемами закупок красителей, но и созданием особых, лаконичных и легко воспринимаемых цветов революции. Так на платке Тейковской фабрики Иваново-Вознесенского текстильного треста «Вся власть Советам!» в геральдической композиции размещены мотивы «Удачный бой в дни октябрьской революции», «Уничтожение знаков самодержавия», портреты лидеров [1]. В 1928 году на фабрике Иваново-Вознесенского треста был выпущен платок к 10-летию юбилею Рабоче-крестьянской Красной армии (РККА) (рисунок 1 а). Красная пятиконечная звезда с портретом революционного военачальника М. В. Фрунзе обрамляет изображение красноармейцев и различные сюжеты на тему «Освобождение Дальнего Востока», «Крейсер Аврора на Неве» [1,2]. Как отмечает в своей статье Брызглов Н.В.: «Пропагандистское значение индустриальных орнаментов выражалось... в визуальном утверждении «правильных» частей реальности: умножение на текстиле марширующих колонн и крестьян, должно было магически увеличить их количество в реальности». В этом плане интересна коллекция носовых и головных платков ивановского музея им. Бурылина с изображением пионеров, играющих в шахматы и лапту, прыгающих через скакалку, а также мускулистых спортсменов и правильными пропорциями фигуры (рисунок 1б, в; 2в).

С целью сохранения исторического наследия особо важна работа по воссозданию платочных орнаментов, перенятию положительного опыта прошлого в плане патриотического воспитания и агитации за здоровый образ жизни. На кафедре Химическая технология волокнистых материалов (ХТВМ) ИГХТУ в рамках курса «История и перспектива дизайна текстиля» проведена цифровая реставрация и реконструкция платков 20-30 годов из коллекции ИГИКМ, а также оптимизация процесса доподготовки изображения для печатания на текстильных плоттерах. Нами показана перспектива использования воссозданных орнаментов в качестве основы для современных паттернов. Орнаментация в стиле агиттекстиля актуальна как для сорочечных, так бельевых хлопчатобумажных тканей. Выбран алгоритм работы с историческими орнаментами с учетом возможностей программных продуктов (графического редактора Photoshop С6 и векторного редактора Adobe Illustrator).

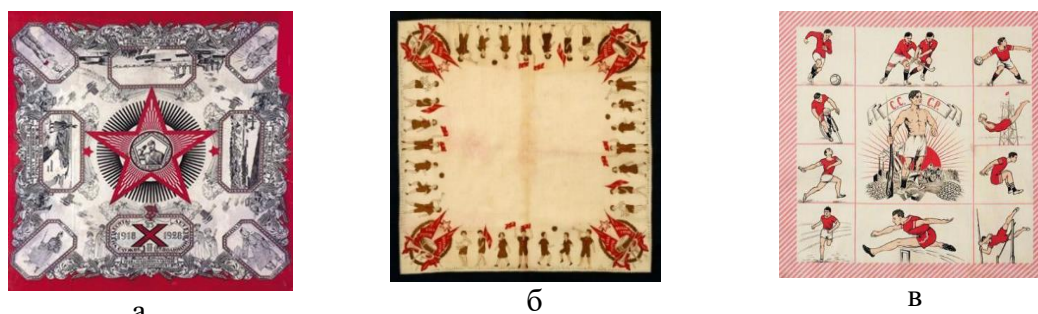


Рисунок 1. Серия платков 1922-1928 г из коллекции ИГИКМ

На первом этапе работы при создании цифровой версии купонного платочного орнамента были удалены эксплуатационные браки, цветовые дефекты, связанные с деструкцией целлюлозы, проработаны контуры, нивелированы недостатки печати, перекосы (рисунок 2). Разработаны технологии подготовки тканей для цифровой печати активными чернилами, минимизирующие растекание капли чернил и предотвращающие смешение цветов. Доказана возможность снижения количества загущающего компонента в составе для предпечати более чем в 2 раза за счет оптимизации впитываемости (смачиваемости) хлопчатобумажной ткани [3]. В условиях ОСП «Самойловского текстиля» ООО Нордтекс г. Иваново проведена апробация новых орнаментов при печати на широких тканях (сатин, бязь, поплин), оценено влияние подготовки тканей, а также масштабирования и цветовых настроек (яркости, контрастности) на цветовые характеристики печатного рисунка [4].

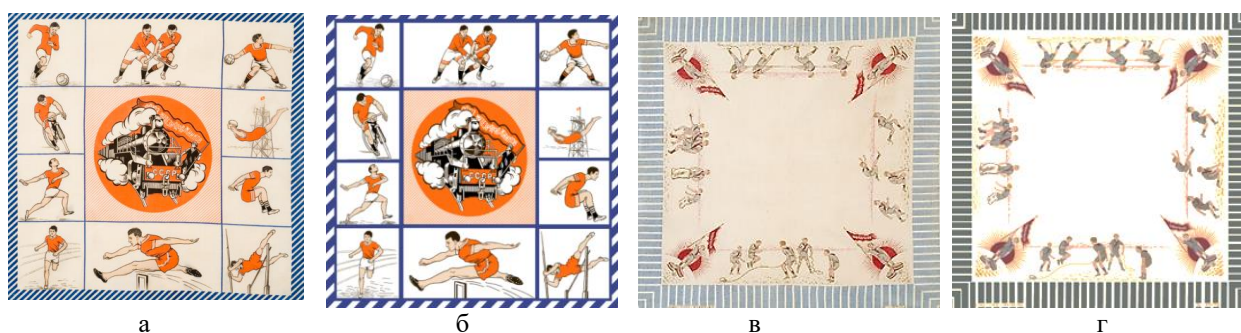


Рисунок 2. Реальная (а,в) и цифровая (б,г) версия орнамента агиттекстиля

#### Список литературы

1. Акинша К. Идеология как орнамент // Остаркова И. (ред.) 100% Иваново. Агитационный текстиль 1920-х – 1930-х годов из собрания Ивановского государственного историко-краеведческого музея им. Д. Г. Бурылина. – М.: Первая публикация, 2010. – С. 93-100
2. Карева, Г. А. Ивановский агитационный текстиль. Орнамент и надписи / Г.А. Карева // Теория моды: Одежда. Тело. Культура. — 2011. — №. 21. — С. 63-70.

3. Лапина, Е.А. Влияние подготовки хлопчатобумажных тканей на качество цифровой прямой струйной печати активными чернилами / Е.А. Лапина, Ш.А. Юсупова, А.В. Чешкова, З.А. Яминзода, М.Д. Штуканов // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. —2025. — №. 1. — С. 152-158.

4. Лапина, Е.А. Влияние подготовки цифрового изображения на результат струйной печати на текстильном плоттере активными чернилами / Е.А. Лапина, А.В. Чешкова, Ш.А. Юсупова, М.Д. Штуканов // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. – 2024. – Т. 66. – №. 2. – С. 74-77. – DOI: 10.46418/0021-3489 2024 66 02 13.

УДК 677.021.15/.18+678.046.5

## **ПОДБОР УСЛОВИЙ ФЕРМЕНТАТИВНОЙ ОБРАБОТКИ ЛЬНОВОЛОКНА ДЛЯ ЭФФЕКТИВНОГО ДРОБЛЕНИЯ ЛУБЯНЫХ ПУЧКОВ ПРИ СОЗДАНИИ БИОКОМПОЗИТОВ**

С.Е. Шипова, С.В. Алеева

Ивановский государственный политехнический университет, Россия, Иваново

Льняные материалы широко востребованы при создании гибридных армирующих наполнителей с чередующейся укладкой слоёв натурального и синтетического волокна [1]. Преимущества от введения льноволокна в состав углепластиков заключаются в снижении межфазных пустот, незаполненных полимерным связующим, в значительном уменьшении ограничений на кривизну заготовок при получении деталей сложных форм [2]. При этом ключевой задачей предобработки льняного волокнистого материала для индустрии композитов является обеспечение высокой равномерности дробления лубяных пучков в совокупности с гибкостью и тониной, что оказывает непосредственное влияние на качество заполнения волокнистых слоёв связующим [3]. Повышение равномерности расщепления льняных комплексов необходимо для нивелирования природной анизотропии геометрических и структурных параметров элементарных волокон, а также упрочнения межфазных взаимодействий с полимерным связующим. Принципиальное значение устранения различий в свойствах элементарных волокон в структуре армирующего наполнителя имеет при создании длинномерных преформ, таких как ровинги, холсты или полотна [4].

С этих позиций предобработка должна обеспечить освобождение поверхности и мезопоровой структуры волокна от биополимерных спутников целлюлозы [5, 6]. Традиционные методы удаления примесей базируются на применении щелочной обработки. Однако воздействие щелочи сопровождается побочной деструкцией целлюлозы, усиливая последствия механических повреждений, которые появляются на стадиях выделения и переработки волокнистого сырья. Существенным недостатком этих методов также является неконтролируемое протекание элементаризации – отделения единичных волокон, площадь сечения которых в одном пучке может различаться в три раза и более [7]. Элементаризация усугубляет проявление природной анизотропии свойств натуральных волокон, увеличивая разброс физико-механических свойств и нестабильность динамического поведения композитных материалов [8].

В этой связи актуальны проведенные нами исследования полимерного состава растительных тканей в окружении лубяных пучков и закономерностей их расщепления препаратами гидролитических ферментов во взаимосвязи с изменением технологических свойств биомодифицированного льняного волокна с целью обоснования подходов к выбору условий биообработки лубоволокнистого сырья для индустрии композитов.

Исследования проведены на образцах механически выделенного луба из стеблей льна-долгунца (лат. *Linum usitatissimum*) селекционного сорта Алексим, выращенного на опытных полях Института льна ФГБНУ ФНЦ ЛК (г. Торжок, Тверская обл.). Выбор лубоволокнистого сырья проведен с учетом результатов предыдущих работ [9]. Декортикация проведена без

применения биологических методов получения льнотресты для сохранения нативного состояния биополимеров в паренхимных тканях, окружающих лубяные пучки.

Подбор ферментов осуществлен с учетом оценки строения полиуронидов в исследуемом льноволокнистом сырье [9,10] в сочетании с результатами определения необходимой субстратной специфичности белковых катализаторов, а также с учетом размера их глобулы. Обоснована значимость и достижимость полной очистки лубоволокнистого сырья от остатков лубяной паренхимы при биоподготовке льноволокнистого наполнителя для композиционных материалов. Показано, что индивидуальное воздействие пектиндеструктирующих ферментов даже при условии их подбора с учетом химического строения полиуронидной цепи не обеспечивает эффективного отслоения инкрустов, скрепляющих большие группы элементарных волокон и препятствующих равномерному дроблению лубяных пучков. Предложен подход к определению состава полиферментной композиции на основании результатов идентификации строения гемицеллюлозных компонентов лубяной паренхимы с использованием метода ИК-спектроскопии и определения размера глобулы ферментов методом динамического рассеяния света. По результатам экспериментальной оценки изменения линейной плотности и гибкости чесаного волокна из биомодифицированного сырья получены корреляционные зависимости влияния уровня каталитической активности композиции пектиназы и маннаназы и длительности биообработки на основные технологические характеристики пригодности волокна для использования в качестве армирующего наполнителя композиционных материалов. Анализ СЭМ-изображений модифицированного волокна в совокупности с достигаемым уровнем показателя линейной плотности (1,2–1,7 Текс) свидетельствуют, что раздробленные льняные комплексы содержат в поперечнике от 3 до 5 элементарных волокон, очищенных от примесей паренхимы. Показатель гибкости волокна удалось повысить в 4 раза. Улучшение равномерности дробления волокна проявляется в снижении коэффициентов вариации по показателям линейной плотности в 3,6 раза и гибкости в 7,1 раза.

*Научные исследования выполнены при финансовой поддержке Российского научного фонда № 25-29-00078, <https://rscf.ru/project/25-29-00078/>.*

#### Список литературы

1. Aruchamy, K. Enhancement of mechanical properties of hybrid polymer composites using palmyra palm and coconut sheath fibers: The role of tamarind shell powder / K. Aruchamy, M. Karuppusamy, S. Krishnakumar [et al.] // BioResources. – 2025. – V. 20 (1). – P. 698–724. – DOI: 10.15376/biores.20.1.698-724.
2. Giammaria, V. Geometry and Hybridization Effect on the Crashworthiness Performances of Carbon and Flax/Epoxy Composites / V. Giammaria, G. Del Bianco, M. Capretti [et al.] // J. Compos. Sci. – 2024. – V. 8 (8). – 331. – DOI: 10.3390/jcs8080331.
3. Saleem, A. Improvement of Performance Profile of Acrylic Based Polyester Bio-Composites by Bast/Basalt Fibers Hybridization for Automotive Applications / A. Saleem, L. Medina, M. Skrifvars // J. Compos. Sci. – 2021. – V. 5 (4). – 100. – DOI: 10.3390/jcs5040100.
4. Richely, E. / Combining infrared and Raman spectra to assess MDI localization in novel flax-reinforced automotive composites / E. Richely, A. Bourmaud, V. Placet [et al.] // Prog. Mater. Sci. – 2021. – V. 124 (1). – 100851. – DOI: 10.1016/j.pmatsci.2021.100851.
5. Islam, S. Thermoset and thermoplastic polymer composites reinforced with flax fiber: Properties and application—A review / S. Islam, B. Hasan, F. Karim, A. Motaleb // SPE Polymers. – 2024. – V. 6 (1). – 10172. – DOI: 10.1002/pls2.10172.
6. Téraube, O. Optimization of interfacial adhesion and mechanical performance of flax fiber-based eco-composites through fiber fluorination treatment / O. Téraube, J.-C. Agopian, M.F. Pucci [et al.] // Composites Part B Engineering. – 2025. – V. 296. – 112228. – DOI: 10.1016/j.compositesb.2025.112228.

7. Gogoli, K. Analysis of morphological variations of flax fibre bundles by Fraunhofer diffraction / K. Gogoli, F. Gehring, C. Poilâne [et al.] // *Ind. Crops Prod.* – 2021. – V. – 171 (1). – 113856. DOI: 10.1016/j.indcrop.2021.113856.

8. Aldroubi, S.M.S. Weibull Statistics and ANOVA Analysis of the Tensile Mechanical Characteristics of *Chamaerops humilis* Cellulose Fibers and Sustainable Twisted Yarns / S.M.S. Aldroubi, B. Kasal, L. Yan [et al.] // *Composites Part B Engineering.* – 2023. – V. 259. – 110732. – DOI: 10.1016/j.compositesb.2023.110732.

9. Алеева, С.В. Взаимосвязь между строением и биокатализируемой деструкцией пектиновых веществ льняных материалов: специфика проявления при биологических методах выделения волокнистого сырья (Ч. 1.) / С.В. Алеева, С.А. Кокшаров // *Химия растительного сырья.* – 2014. – №. 4. – С. 101–108. – DOI: 10.14258/jcprgm.201404290.

10. Кокшаров, С.А. Повышение прочности льняной основы биокмполитов путем биохимической трансформации полиуглеводоов и лигнина / С.А. Кокшаров, С.В. Алеева, Калинин Е.Н. // *Известия вузов. Технология текстильной промышленности.* – 2022. – №. 3. – С. 261–269. – DOI: 10.47367/0021-3497\_2022\_3\_261.

УДК. 677.5:005.8(575.3)

## **РАЗВИТИЕ ТЕХНОПАРКОВ В НАПРАВЛЕНИИ ЛЁГКОЙ И ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ ТАДЖИКИСТАНА: ВЫЗОВЫ, ПОТЕНЦИАЛ, ПЕРСПЕКТИВЫ**

З.А. Яминзода

Технологический университет Таджикистана, Таджикистан, Душанбе

Развитие технопарков как инновационных платформ становится приоритетным направлением государственной промышленной политики Республики Таджикистан. В условиях стремительной цифровизации и глобальных экологических вызовов технопарки могут сыграть ключевую роль в модернизации лёгкой промышленности, одной из важнейших и исторически значимых отраслей страны.

На сегодняшний день лёгкая и текстильная промышленность Таджикистана представлена в основном малым и микропредпринимательством: по всей стране функционируют сотни мини-цехов, занятых пошивом одежды, производством головных уборов, обуви, изделий из текстиля и нетканых материалов. Однако при всей активности сектора остаются нерешёнными ключевые вопросы глубокой переработки, включая отделку тканей, крашение и финальную модификацию текстильных материалов. Отсутствие промышленной базы по этим направлениям сдерживает рост добавленной стоимости и ограничивает экспортные возможности продукции.

В стране уже функционируют технопарки различной направленности — пищевой, аграрной, ИТ-индустрии. Например, Технопарк пищевой промышленности при Технологическом университете Таджикистана включает учебно-производственные лаборатории, где обучаются специалисты по технологиям переработки и упаковки, а также проходят апробацию разработки студентов и учёных. Индустриально-инновационный парк в Дарвазском районе был создан для переработки местного растительного сырья, включая шиповник и лук анзур. В столице функционирует ИТ-парк в Душанбе, способствующий цифровой трансформации малого и среднего бизнеса.

Тем не менее, специализированного технопарка по текстилю и лёгкой промышленности в стране пока не создано, несмотря на острую потребность. Подготовка кадров по современным текстильным технологиям ведётся на высоком уровне: в ТУТ существует развитая материально-техническая база, реализуются программы инженерно-технологического образования, исследуются природные красители, изучаются технологии цифрового проектирования одежды и автоматизированного раскроя. Однако переход от



учебной модели к промышленной платформе пока не оформлен в виде отраслевого технопарка.

Создание такого технопарка стало бы логичным шагом в реализации задач, озвученных руководством страны: по данным Министерства промышленности и новых технологий, в ближайшие годы планируется строительство более 30 промышленных парков и технопарков в различных регионах. Один из наиболее обсуждаемых проектов — создание совместного таджикско-российского промышленного технопарка на базе бывшего машиностроительного завода в Душанбе, который может стать платформой для размещения высокотехнологичных текстильных производств.

С учётом местной сырьевой базы (хлопок, лён, коконы шелкопряда), традиций ремесленного текстиля и интереса к устойчивому производству, особую актуальность приобретают технологии текстильной отделки с применением экологически чистых методов — плазменной модификации, энзимной обработки, натуральных красителей. Научные исследования в этом направлении уже ведутся, в том числе в рамках университетских лабораторий.

Развитие технопарков в направлении лёгкой промышленности Таджикистана требует межотраслевого подхода: синтеза образования, науки, предпринимательства и государственной поддержки. Только в этом случае возможно формирование полноценной инновационной экосистемы, обеспечивающей устойчивый рост и экспортно-ориентированное производство.

**Вывод.** Развитие технопарков в направлении лёгкой и текстильной промышленности в Республике Таджикистан представляет собой не просто модернизационную инициативу, а стратегический вектор устойчивого социально-экономического роста. Учитывая высокий потенциал локального сырья, активность малого бизнеса и наличие инженерно-научной базы, создание специализированного технопарка в данной отрасли способно обеспечить переход от фрагментарного производства к комплексным, высокотехнологичным цепочкам добавленной стоимости. Это не только расширит экспортные горизонты, но и поспособствует внедрению экологически безопасных технологий, формированию новых рабочих мест и закреплению позиций Таджикистана на международной текстильной арене. В этих условиях технопарки становятся не просто инфраструктурой, а ядром национальной инновационной экономики.

#### Список литературы

1. Asia-Plus. В Душанбе создают таджикско-российский промышленный технопарк [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://asiaplustj.info> – (дата обращения: 13.05.2025).
2. Яминзода, З.А. Анализ состояния текстильных производств Республики Таджикистан / З.А. Яминзода, Ф.Р. Джалилов, П.А. Олимбойзода // Вестник Технологического университета Таджикистана. – 2022. – № 3 (50). – С. 116-123.



## СОДЕРЖАНИЕ

|    |   |    |
|----|---|----|
| 1  | <b>ВТОРИЧНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ<br/>ПОЛИЭТИЛЕНТЕРЕФТАЛАТА В СОСТАВЕ<br/>ИСКУССТВЕННОГО КАМНЯ ДЛЯ МОДИФИКАЦИИ<br/>КОМПОЗИТНЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ</b>                 | 4  |
|    | О.В. Асташкина, Н.И. Свердлова  |    |
| 2  | <b>ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИНЦИПОВ<br/>БИМОМИМЕТИКИ<br/>ПРИ СОЗДАНИИ ГИБРИДНЫХ ВЛАГОСТОЙКИХ<br/>КОМПОЗИТОВ</b>  | 6  |
|    | С.В. Алеева   |    |
| 3  | <b>ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ КАПСУЛИРОВАНИЯ<br/>КОКОСОВОГО МАСЛА ДЛЯ ПРИДАНИЯ ТЕКСТИЛЬНЫМ<br/>МАТЕРИАЛАМ ТЕРМОРЕГУЛИРУЮЩИХ СВОЙСТВ</b>                                 | 8  |
|    | А.Ф. Алёхина, К.А. Ерзунов, О.И. Одинцова   |    |
| 4  | <b>СИНТЕЗ ГАЛОГЕНИДА ТЕТРААЛКИЛАММОНИЯ И<br/>ИССЛЕДОВАНИЕ ЕГО СВОЙСТВ КАК ТЕКСТИЛЬНО-<br/>ВСПОМОГАТЕЛЬНОГО ВЕЩЕСТВА</b>   | 9  |
|    | К.А. Антонова, А.П. Михайловская  |    |
| 5  | <b>ТЕРМОХРОМНЫЕ СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ<br/>КРИСТАЛЛИЧЕСКОГО ФИОЛЕТОВОГО ЛАКТОНА</b>  | 11 |
|    | М.А. Бакаева, Е.С. Сашина   |    |
| 6  | <b>DYEING WOOLEN TEXTILE MATERIALS WITH NATURAL<br/>DYES</b>  | 12 |
|    | G.B. Bekbatyr, K. Zh Dyussenbiyeva  |    |
| 7  | <b>РАЗРАБОТКА ОГНЕЗАЩИТНОЙ ОТДЕЛКИ С<br/>ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МИКРОКАПСУЛИРОВАННЫХ<br/>ПРЕПАРАТОВ</b>   | 14 |
|    | А.В. Богатырев, А.С. Федоринов  |    |
| 8  | <b>ГИДРОКСИЛСОДЕРЖАЩИЕ<br/>ПОЛИМЕТИЛСИЛЕСЕКВИОКСАНЫ В КАЧЕСТВЕ<br/>ЭФФЕКТИВНЫХ МОДИФИКАТОРОВ<br/>ХЛОПЧАТОБУМАЖНЫХ ТКАНЕЙ</b>  | 15 |
|    | Д.М. Борисова, И.Б. Мешков, К.М. Борисов, Т.Ю. Кумеева, А.А. Калинина, Н.П. Пророкова, А.М. Музафаров   |    |
| 9  | <b>ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ТРИБОТЕХНИЧЕСКИЕ<br/>ХАРАКТЕРИСТИКИ ТЕКСТИЛЬНЫХ КОМПОЗИТОВ ПРИ<br/>ВЗАИМОДЕЙСТВИИ С НЕИОНОГЕННЫМИ<br/>ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫМИ ВЕЩЕСТВАМИ</b> | 17 |
|    | О.В. Блинов, В.Б. Кузнецов, Е.Н. Калинин  |    |
| 10 | <b>ПОВЫШЕНИЕ НАУЧНОЙ ПУБЛИКАЦИОННОЙ<br/>АКТИВНОСТИ В СОВРЕМЕННЫХ РЕАЛИЯХ</b>  | 18 |
|    | О.С. Бурлука  |    |
| 11 | <b>ООО «ЗАВОЛЖСКИЙ ПИГМЕНТ» - ПРОИЗВОДСТВО,<br/>РЕАЛИЗАЦИЯ ПИГМЕНТОВ, КРАСИТЕЛЕЙ И<br/>ХИМИЧЕСКИХ ПОЛУПРОДУКТОВ</b>   | 19 |
|    | О.А. Виноградова  |    |
| 12 | <b>ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПЕРИОДИЧЕСКОГО КРАШЕНИЯ<br/>ЦЕЛЛЮЛОЗНЫХ ВОЛОКОН АКТИВНЫМИ КРАСИТЕЛЯМИ</b>   | 20 |
|    | А.С. Власова, А.П. Михайловская   |    |

|    |  |    |
|----|--|----|
| 13 | <b>ОБОСНОВАНИЕ СОСТАВА КОМПОЗИЦИИ НА ОСНОВЕ<br/>МИКРОКАПСУЛИРОВАННЫХ БАВ ДЛЯ ОТДЕЛКИ ТКАНЕЙ</b>                                  | 22 |
|    | Е.С. Власкина, В.Ю. Петрушина, К.А. Ерзунов  |    |
| 14 | <b>ОГНЕЗАЩИТНАЯ ОТДЕЛКА ЦЕЛЛЮЛОЗНЫХ ТКАНЕЙ С<br/>ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЗОЛЬ-ГЕЛЬ МЕТОДА</b>   | 24 |
|    | М.Р. Гиниятов, А.В. Абакумов, А.С. Федоринов   |    |
| 15 | <b>МОДИФИКАЦИЯ ПОВЕРХНОСТИ СВМПЭ ВОЛОКОН С<br/>ЦЕЛЬЮ УЛУЧШЕНИЯ ИХ АДГЕЗИИ К<br/>ТЕРМОРЕАКТИВНЫМ СВЯЗУЮЩИМ</b>                    | 25 |
|    | О.И. Гладунова, Н.А. Воронина  |    |
| 16 | <b>ВЛИЯНИЕ ФЕРМЕНТАТИВНОЙ КОТЕНИЗАЦИИ НА<br/>ПРОЦЕСС ПЕРОКСИДНОГО БЕЛЕНИЯ ЛЬНА</b>   | 27 |
|    | К.К. Горюнов, А.В. Чешкова, Г.А. Чешков  |    |
| 17 | <b>СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ТЕНТОВЫХ МАТЕРИАЛОВ<br/>ТИПА ТАРПАУЛИН</b>   | 29 |
|    | Ф. Н. Галиакберова, И. Г. Давлетбаев, А. А. Азанова  |    |
| 18 | <b>ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ТКАНЕЙ С<br/>ТЕПЛООТРАЖАЮЩИМИ СВОЙСТВАМИ</b>   | 30 |
|    | Р.А. Гришин, О.В. Козлова  |    |
| 19 | <b>ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ЦВЕТА ПРИ<br/>КРАШЕНИИ ЛЬНЯНЫХ, ХЛОПКОВЫХ И СМЕСОВЫХ<br/>ТКАНЕЙ С СОХРАНЁННОЙ ПРИРОДНОЙ ОКРАСКОЙ</b> | 31 |
|    | Т.С. Гришина, А.В. Чешкова, Н.А. Топорищева, Д.Е. Рожкова  |    |
| 20 | <b>ПОЛУЧЕНИЕ ФОТОКАТАЛИТИЧЕСКИ АКТИВНЫХ<br/>ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ОЦЕНКА ИХ СВОЙСТВ</b>                                       | 33 |
|    | Н.В. Дашенко   |    |
| 21 | <b>НОВЫЕ КОМПОЗИЦИИ НА ОСНОВЕ ФТОРПОЛИМЕРНЫХ<br/>ЛАТЕКСОВ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ<br/>МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ<br/>МАТЕРИАЛОВ</b>   | 35 |
|    | М.Е. Денисов, Л.В. Редина  |    |
| 22 | <b>ОТЕЧЕСТВЕННОЕ ЦЕЛЛЮЛОЗНОЕ ВОЛОКНО ДЛЯ<br/>ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ</b>  | 37 |
|    | Н.С. Дымникова, Е.В. Ерохина   |    |
| 23 | <b>ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНОПЛЯ КАК ИСТОЧНИК<br/>ПЕРСПЕКТИВНОГО ВОЛОКНИСТОГО СЫРЬЯ</b>  | 39 |
|    | Е.В. Ерохина, Н.С. Дымникова   |    |
| 24 | <b>МОДИФИКАЦИЯ ХЛОПКОВОГО СУБСТРАТА В<br/>ТЕХНОЛОГИИ INKJET ПЕЧАТИ</b>   | 40 |
|    | А.В. Захарова, Н.А. Тихомирова   |    |
| 25 | <b>РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ<br/>ТЕРМООБРАБОТКИ ВЛАЖНОГО ХЛОПКА-СЫРЦА И<br/>ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЕЁ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ</b>               | 42 |
|    | Х.И. Иброгимов   |    |
| 26 | <b>МОДИФИКАЦИЯ ЦЕЛЛЮЛОЗОСОДЕРЖАЩИХ<br/>ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПОД СУБЛИМАЦИОННУЮ<br/>ПЕЧАТЬ</b>                                  | 44 |
|    | М.Н. Ионкина, О.В.Козлова  |    |
| 27 | <b>ВЛИЯНИЕ АНТИПИРЕНОВЫХ КОМПОЗИЦИИ НА<br/>ОГНЕЗАЩИТНЫЕ СВОЙСТВА ТЕКСТИЛЬНЫХ<br/>МАТЕРИАЛОВ</b>                                  | 45 |
|    | Р.И. Исмаилов, Н.С. Султанова, Р.М. Исмаилова  |    |

|    |  |    |
|----|--|----|
| 28 | <b>СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОДГОТОВКИ<br/>КОКОНОВ К РАЗМОТКЕ</b>  | 47 |
|    | А.Б. Ишматов, З.Г. Хакимова, Н.Р. Файзова  |    |
| 29 | <b>ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ<br/>НА ОСНОВЕ МЕТАЛЛСОДЕРЖАЩИХ НАНОЧАСТИЦ ДЛЯ<br/>МОДИФИКАЦИИ ПОЛИПРОПИЛЕНОВЫХ ВОЛОКОН</b>      | 49 |
|    | В.Е. Кириллов, Н.П. Пророкова, Г.Ю. Юрков  |    |
| 30 | <b>ИНТУМЕСЦЕНТНЫЕ АНТИПИРЕНЫ В МАТРИЦЕ<br/>МОНТМОРИЛЛОНИТА</b>   | 51 |
|    | О.А. Казаков, Э.Ф. Вознесенский  |    |
| 31 | <b>АССОРТИМЕНТ ПРЕПАРАТОВ КОМПАНИИ ООО «ЭЛХИМ»<br/>ДЛЯ ТЕКСТИЛЬНОЙ ИНДУСТРИИ</b>   | 53 |
|    | Г.В. Кленко  |    |
| 32 | <b>ПОЛИОКСАДИАЗОЛЬНОЕ ВОЛОКНО,<br/>МОДИФИЦИРОВАННОЕ УГЛЕРОДНОЙ ДИСПЕРСИЕЙ</b>  | 54 |
|    | А.С. Кухаренко, Н.В. Дианкина  |    |
| 33 | <b>К ВОПРОСУ ГИГИЕНИЧНОСТИ НЕТКАНЫХ<br/>МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ПЭТФ-ВОЛОКОН</b>  | 55 |
|    | В.В. Иванов, М.С. Лисаневич, Е. В. Мезенцева   |    |
| 34 | <b>INVESTIGATION OF DYEING POSSIBILITIES OF NATURAL<br/>SILK FABRIC WITH POLYPHENOLIC COMPOUNDS</b>  | 58 |
|    | I.A. Nabiyeva  |    |
| 35 | <b>РАЗРАБОТКА АВТОРСКОГО ЭСКИЗА ЖЕНСКОГО<br/>ДЕЛОВОГО ЖАКЕТА</b>   | 60 |
|    | А.Х. Назарова, Ф.Р. Джалилов   |    |
| 36 | <b>НАТУРАЛЬНЫЕ КРАСИТЕЛИ В ТЕКСТИЛЬНОЙ<br/>ПРОМЫШЛЕННОСТИ: ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПЕРСПЕКТИВЫ<br/>И ТЕХНОЛОГИИ ПРИМЕНЕНИЯ</b>                       | 61 |
|    | П.А. Олимбойзода   |    |
| 37 | <b>НОВЫЕ ПОДХОДЫ К ОБЪЕМНОМУ И ПОВЕРХНОСТНОМУ<br/>МОДИФИЦИРОВАНИЮ ТЕРМОПЛАСТИЧНЫХ ВОЛОКОН<br/>В ПРОЦЕССЕ ИХ ПОЛУЧЕНИЯ ИЗ РАСПЛАВА</b>      | 63 |
|    | Н.П. Пророкова, С.Ю. Вавилова  |    |
| 38 | <b>ПОВЕРХНОСТНАЯ МОДИФИКАЦИЯ ВОЛОКНИСТЫХ<br/>МАТЕРИАЛОВ<br/>НАНОДИСПЕРСНЫМИ ЛАТЕКСАМИ</b>  | 65 |
|    | Л.В. Редина, Н.В. Колоколкина, М.А. Чапурина   |    |
| 39 | <b>ВЛИЯНИЕ ОБРАБОТКИ В ПОТОКЕ<br/>НИЗКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ИОНОВ НА ГИДРОФИЛЬНЫЕ<br/>СВОЙСТВА ПОЛИУРЕТАНОВОЙ МЕМБРАНЫ</b>                       | 67 |
|    | И.Ф. Сайфутдинова, И.А. Чиклеев, А.А. Азанова  |    |
| 40 | <b>СВОЙСТВА ОКРАСОК ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ:<br/>ЦИФРОВОЙ АНАЛИЗ ДАННЫХ</b>   | 69 |
|    | Ф.Ю. Телегин, Д.Х. Жан   |    |
| 41 | <b>ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ<br/>ЦЕЛЛЮЛОЗНЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ<br/>МОДИФИЦИРОВАННЫХ НЕОРГАНИЧЕСКИМИ<br/>НАНОЧАСТИЦАМИ</b> | 70 |
|    | А.В. Трегубов, К.А. Ерзунов  |    |
| 42 | <b>ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЕДИНИЧНОЙ<br/>МОНОНИТИ И СВЯЗУЮЩЕГО</b>   | 71 |

|    |   |    |
|----|---|----|
|    | М.Ю. Трещалин, Ю.М. Трещалин  |    |
| 43 | <b>МЕТОД ПОВЫШЕНИЯ ПРОЧНОСТНЫХ СВОЙСТВ КОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ НЕТКАНЫХ МАТЕРИАЛОВ</b>   | 73 |
|    | М.Ю. Трещалин, Ю.М. Трещалин  |    |
| 44 | <b>АКТИВИРОВАННЫЕ УГЛЕРОДНЫЕ ВОЛОКНА, ДЕКОРИРОВАННЫЕ МИКРО И НАНО ЧАСТИЦАМИ ЗОЛОТА</b>  | 75 |
|    | Н.Ф. Уварова, А.А. Лысенко, О.В. Асташкина  |    |
|    | <b>ТЕРМОДИНАМИКА МОЛЕКУЛЯРНОГО СВЯЗЫВАНИЯ 18-КРАУН-6 С СЕРИЦИНОМ</b>  |    |
| 45 | Т. Р. Усачева, Н. Н. Куранова, Е. В. Сатурина, М.С. Бухаров, В.Г. Штырлин, Е.Г. Одинцова  | 75 |
| 46 | <b>СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОХЛАЖДАЮЩЕГО ТЕКСТИЛЯ</b>   | 78 |
|    | Г.Н. Хуснутдинова, А.А. Азанова   |    |
| 47 | <b>РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ РЕГЕНЕРИРОВАННЫХ ВОЛОКОН ИЗ ТЕКСТИЛЬНЫХ ОТХОДОВ И ИЗГОТОВЛЕНИЯ ИЗ НИХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ</b> | 80 |
|    | А.А. Хосровян, А.А. Жукова, И.Г. Хосровян, Г.А. Хосровян  |    |
| 48 | <b>ПРОТОТИПИРОВАНИЕ АКАРИЦИДНО-РЕПЕЛЛЕНТНОЙ ОТДЕЛКИ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ В УСЛОВИЯХ ПРОИЗВОДСТВА</b>  | 82 |
|    | Е.Н. Чернова, С.В. Королев, О.И. Одинцова, А.А. Малыгина  |    |
| 49 | <b>ТЕКСТИЛЬНЫЙ РЕАЛИСТИЧНЫЙ РИСУНОК 1920-1930 ГОДОВ КАК ОСНОВА СОВРЕМЕННОЙ ЦИФРОВОЙ ПРЯМОЙ ПЕЧАТИ НА ТКАНЯХ</b>   | 83 |
|    | А.В. Чешкова, Е.А. Лапина, А.Е. Отменина, Г.А. Чешков   |    |
| 50 | <b>ПОДБОР УСЛОВИЙ ФЕРМЕНТАТИВНОЙ ОБРАБОТКИ ЛЬНОВОЛОКНА ДЛЯ ЭФФЕКТИВНОГО ДРОБЛЕНИЯ ЛУБЯНЫХ ПУЧКОВ ПРИ СОЗДАНИИ БИОКОМПОЗИТОВ</b>                           | 85 |
|    | С.Е. Шипова, Алеева С.В.  |    |
| 51 | <b>РАЗВИТИЕ ТЕХНОПАРКОВ В НАПРАВЛЕНИИ ЛЁГКОЙ И ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ ТАДЖИКИСТАНА: ВЫЗОВЫ, ПОТЕНЦИАЛ, ПЕРСПЕКТИВЫ</b>                                | 87 |
|    | З.А. Яминзода   |    |