

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

**Ивановский государственный политехнический университет**  
**Институт химии растворов имени Г.А. Крестова Российской академии наук**  
**Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова**  
**(факультет искусств)**  
**Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина**  
**(Технологии. Дизайн. Искусство)**

**Генеральный индустриальный партнёр ООО «ТЕРМОПОЛ»**  
**Официальный индустриальный партнёр ООО «Смарт - Т»**

**СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ**  
**XXVII Международного**  
**научно-практического форума**  
**«SMARTEX – 2024»**

**«ФИЗИКА ВОЛОКНИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ:**  
**СТРУКТУРА, СВОЙСТВА, НАУКОЁМКИЕ ТЕХНОЛОГИИ**  
**И МАТЕРИАЛЫ»**

**10-12 октября 2024 года**  
**(Ивановский государственный политехнический университет)**

Иваново 2024

УДК 677.1/5:5

Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоемкие технологии и материалы: сб. материалов XXVII Междунар. науч.-практ. форума «SMARTEX-2024», 10-12 октября 2024 года. – Иваново: ИВГПУ, 2024.– 459 с.

**Рецензенты:**

д-р техн. наук, проф. М.Ю. Трещалин (Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова), д-р техн. наук, проф. А.Ю. Матрохин (Ивановский государственный политехнический университет), д-р техн. наук, проф. Н.Л. Корнилова (Ивановский государственный политехнический университет), д-р техн. наук, профессор Н.А. Грузинцева (Ивановский государственный политехнический университет), канд. техн. наук Н.В. Дашенко (Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна), канд. психол. наук О.В. Кащеев (Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина), д-р искусствоведения В.А. Кузнецова (ИА РИА «Мода», Москва), член Союза художников России А.А. Пешков (Ивановский государственный политехнический университет), д-р техн. наук, главный научный сотрудник Н.П. Пророкова (Институт химии растворов им. Г.А. Крестова Российской академии наук, г. Иваново), д-р техн. наук, профессор О.И. Одинцова (Ивановский химико-технологический университет), канд. техн. наук, О.В. Сурикова (Ивановский государственный политехнический университет)

ISSN 2413-6514

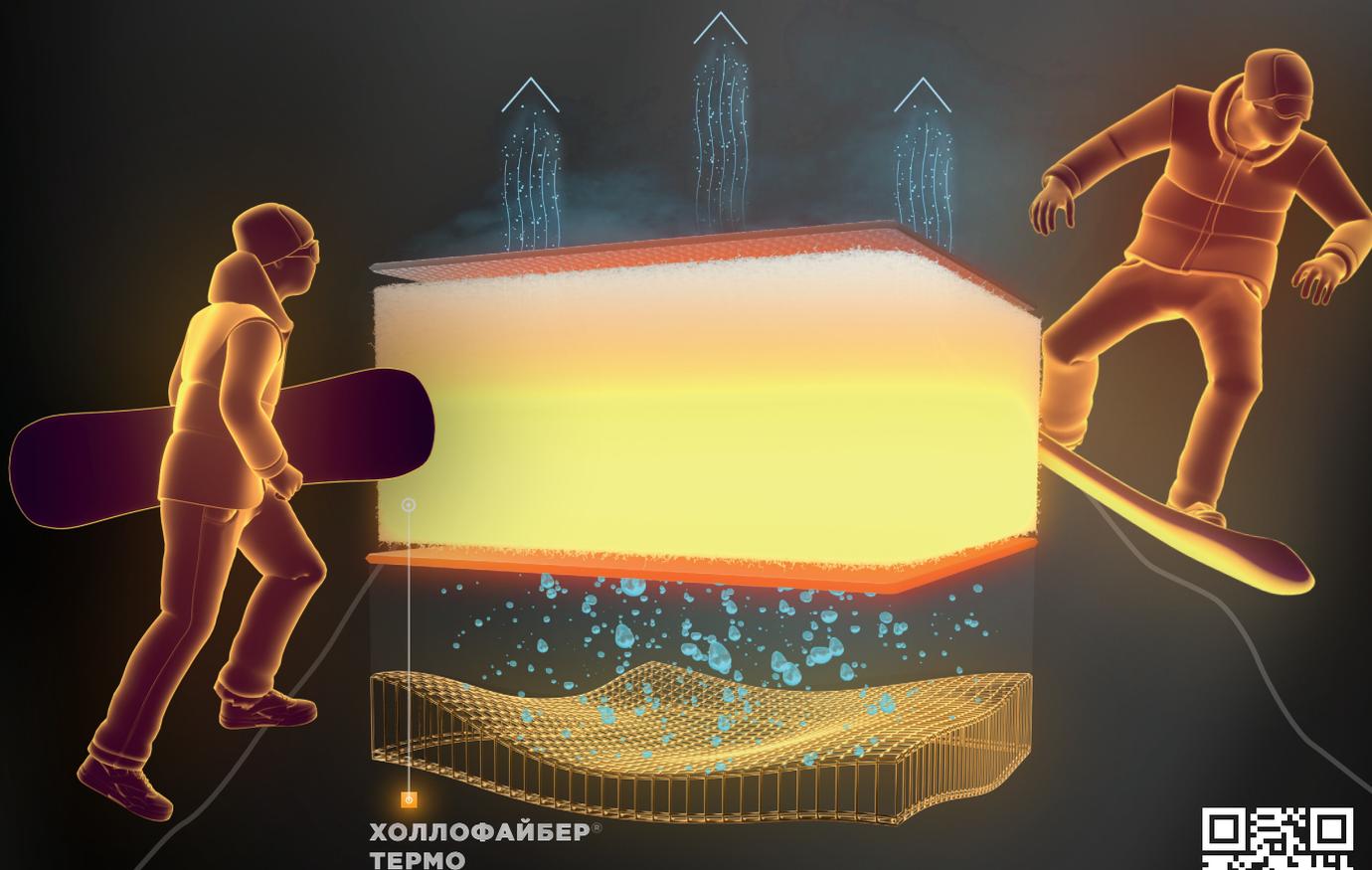
## Состав Организационного комитета

Румянцев Е.В.	д-р хим. наук, ректор Ивановского государственного политехнического университета
Киселев М.Г.	д-р хим. наук, директор Института химии растворов им. Г.А. Крестова РАН (г. Иваново)
Разбродин А.В.	канд. техн. наук, президент Российского Союза предпринимателей текстильной и легкой промышленности, член Общественной палаты РФ, член правления РСПП РФ (Москва)
Силаков А.В.	д-р экон. наук, проректор по науке и инновациям Российского государственного университета им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство) (Москва)
Алеева С.В.	д-р техн. наук, профессор Ивановского государственного политехнического университета
Богаделина А.В.	ген. директор ОАО ХБК «Шуйские ситцы» (г. Шуя, Ивановская область)
Бузник В.М.	акад. РАН, д-р хим. наук, профессор, главный научный сотрудник Института общей и неорганической химии РАН (Москва)
Васильев Д.М.	канд. техн. наук, директор Ивановского научно-исследовательского института пленочных материалов и искусственной кожи ФСБ России
Гусев Б.Н.	д-р техн. наук, профессор Ивановского государственного политехнического университета
Дашенко Н.В.	канд. техн. наук, доц. кафедры химических технологий имени профессора А.А. Хархарова Санкт-Петербургского государственного университета промышленных технологий и дизайна
Иванов В.В.	канд. филол. наук, директор по развитию проектов Заводов нетканых материалов «Термопол» (Москва)
Кашеев О.В.	канд. психол. наук, доцент кафедры социологии и рекламных коммуникаций Российского государственного университета им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство) (Москва)
Киселев М.В.	д-р техн. наук, профессор Костромского государственного университета
Кокшаров С.А.	д-р техн. наук, профессор, заведующий научно-инновационным отделом Института химии растворов им. Г.А. Крестова РАН (г. Иваново)
Корнилова Н.Л.	д-р техн. наук, профессор, ген. директор ООО «Инжиниринговый центр текстильной и легкой промышленности» (г. Иваново)
Кричевский Г.Е.	д-р техн. наук, профессор, президент Российского союза химиков-текстильщиков и колористов, гл. редактор журнала «НБИКС – Наука. Технологии» (Москва)
Кузьмичев В.Е.	д-р техн. наук, профессор, зав. кафедрой Ивановского государственного политехнического университета
Круглов А.В.	канд. техн. наук, доцент Ивановского государственного политехнического университета
Лободанов А.П.	д-р филол. наук, профессор, декан факультета искусств Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова, академик Болонской Академии наук
Макачев А.Н.	генеральный директор ООО «СМАРТ-Т»
Матрохин А.Ю.	д-р техн. наук, профессор, проректор по образовательной деятельности и воспитательной работе Ивановского государственного политехнического университета
Морыганов А.П.	д-р техн. наук, профессор

Одинцова О.И.	д-р техн. наук, профессор, зав. кафедрой Ивановского государственного химико-технологического университета
Оханов Е.Ю.	генеральный директор ООО «Восток – С» (Санкт-Петербург)
Песецкий С.С.	чл.-корр. НАН Беларуси, д-р техн. наук, профессор, главный редактор научного журнала «Полимерные материалы и технологии» Института механики металлополимерных систем им. В.А. Белого НАН (г. Гомель, Республика Беларусь)
Петров И.Р.	генеральный директор ООО «Протекс» (г. Иваново)
Пророкова Н.П.	д-р техн. наук, профессор, гл. научн. сотр. Института химии растворов им. Г.А. Крестова РАН (г. Иваново), профессор Ивановского государственного политехнического университета
Разумеев К.Э.	вице-президент Общероссийской общественной организации «Российская инженерная академия», д-р техн. наук, профессор Российского государственного университета им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство) (Москва)
Румянцева В.Е.	д-р техн. наук, профессор, директор Института социально-гуманитарных и естественных наук Ивановского государственного политехнического университета
Рыклин Д.Б.	д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой «Техническое регулирование и материаловедение» Витебского государственного технологического университета (Республика Беларусь)
Савинов В.С.	исполнительный директор Российского Союза химиков (Москва)
Трещалин М.Ю.	д-р техн. наук, профессор Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова (факультет искусств)
Телегин Е.С.	генеральный директор ООО «ТехноСтрой»
Федорова Т.А.	руководитель Дирекции Технологической платформы «Текстильная и легкая промышленность» (г. Казань)
Новикова А.П.	начальник управления информационных ресурсов и коммуникаций Ивановского государственного политехнического университета
Минеева А.А.	специалист отдела по развитию сайта управления информационных ресурсов и коммуникаций Ивановского государственного политехнического университета
Онипченко Наталья.А.	специалист по работе с масс-медиа управления информационных ресурсов и коммуникаций Ивановского государственного политехнического университета
Онипченко Никита.А.	специалист управления информационных ресурсов и коммуникаций Ивановского государственного политехнического университета
Рагозина Н.В.	главный специалист информационно-аналитического центра Ивановского государственного политехнического университета
Сотскова Е.А.	начальник информационно-аналитического центра Ивановского государственного политехнического университета



ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ УМНОГО ТЕКСТИЛЯ  
В СОЗДАНИИ МАТЕРИАЛА ХОЛЛОФАЙБЕР® ТЕРМО  
С РЕГУЛИРУЕМЫМИ СВОЙСТВАМИ



узнать как  
работает ТЕРМО



**IVANOVO**  
**SMARTEX**

ЗАВОД НЕТКАНЫХ МАТЕРИАЛОВ

**ТЕРМОПОЛ**

[www.hollowfiber.ru](http://www.hollowfiber.ru) | [info@thermopol.ru](mailto:info@thermopol.ru)

# SMART-T

smart-t.ru

23 *в авангарде  
рекламного рынка*  
года



Компания «Смарт-Т» является одним из лидеров в области цифровых печатных технологий для рекламного, текстильного и промышленного производства, поставляя на российский рынок наиболее передовое оборудование для экосольвентной, УФ, сублимационной и пигментной печати, контурной резки и автоматизированного раскроя от ведущих производителей из КНР, Южной Кореи и Японии.

Организация обладает одним из самых крупных в Европе и Азии демонстрационных залов, где установлены 50 единиц разной техники.

Десять региональных представительств в крупнейших городах страны не только осуществляют коммерческую деятельность, но и собственными силами оказывают оперативную техническую поддержку клиентам в разных уголках страны.

В 2024 году компанией «Смарт-Т» было открыто представительство в столице российской текстильной индустрии – в городе Иваново. В этом новом подразделении организован самый большой среди региональных представительств демозал, в котором размещены более десятка единиц цифрового оборудования для печати на тканях и автоматизированного раскроя.

Компания «Смарт-Т» принимает участие в крупнейших отраслевых выставках и мероприятиях и в 2024 году стала официальным партнером международного научно-практического форума SMARTEX, на котором ведущие ученые, практики и бизнесмены обсуждают фундаментальные вопросы, стоящие перед текстильной и легкой промышленностью.



## НАШИ РЕШЕНИЯ — ВАШ УСПЕХ!



Лучшая в отрасли  
сервисная поддержка  
для клиентов



Комплексные решения  
для печати по текстилю



Поставка только  
сертифицированного  
оборудования и расходных  
материалов



Наличие крупнейшего  
демонстрационно-  
испытательного центра



Собственная научно-  
производственная  
база

МОСКВА +7(495) 663-9111

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ +7 (812) 331-3993

КРАСНОДАР +7 (861) 234-3189

НАБЕРЕЖНЫЕ ЧЕЛНЫ +7 (8552) 78-1055

КАЗАНЬ +7 (927) 433-0976

УФА +7 (927) 043-08-07

ВОРОНЕЖ +7 (473) 221-00-30

ЕКАТЕРИНБУРГ +7 (343) 288-5901

НОВОСИБИРСК +7 (383) 36-36-201

КРАСНОЯРСК +7 (391) 200-12-68

МИНСК +375 (740) 740-9242

АЛМАТЫ +7 (727) 339-3369

АСТАНА +7 (7172) 52-2874

ТАШКЕНТ (+998) 90 966-42-04

БИШКЕК +996 (703) 46-3084

Иваново, ул. Сосновая, д. 20А, офис В1021



+7 (910) 995-61-47



---

**МАТЕРИАЛЫ ВСЕРОССИЙСКОГО  
МОЛОДЕЖНОГО КОНКУРСА «ЛЕГПРОМНАУКА»**

---

## **РАЗРАБОТКА МЕТОДА СИНТЕЗА МИКРОКАПСУЛ ДЛЯ ПРИДАНИЯ ТЕРМОРЕГУЛИРУЮЩИХ СВОЙСТВ ТЕКСТИЛЬНЫМ МАТЕРИАЛАМ**

### **DEVELOPMENT OF A METHOD FOR SYNTHESIS OF MICROCAPSULES TO IMPRESS THERMO-REGULATING PROPERTIES TO TEXTILE MATERIALS**

А.Ф. Алёхина, К.А. Ерзунов, А.В. Трегубов, А.А. Громов, О.И. Одинцова  
A.F. Alyokhina, K.A. Erzunov, A.V. Tregubov, A.A. Gromov, O.I. Odintsova

Ивановский государственный химико-технологический университет  
Ivanovo State University of Chemical Technology  
E-mail: anast.aleohina2016@yandex.ru, odolga@yandex.ru

**Разработана методика получения микрокапсул на основе кокосового масла. Оценена экологическая целесообразность применения глиоксала и мочевины в процессе микрокапсулирования. Показана эффективность их использования в качестве оболочкоформирующих агентов. Определен размер и стабильность микрокапсул, полученных по предложенной методике.**

**Ключевые слова:** микрокапсулирование, вещества с фазовым переходом, кокосовое масло, текстильные материалы с терморегулирующими свойствами, глиоксаль, мочевина.

**A method for obtaining microcapsules based on coconut oil has been developed. The environmental feasibility of using glyoxal and urea in the microencapsulation process has been assessed. Their efficiency as shell-forming agents has been demonstrated. The size and stability of the microcapsules obtained using the proposed method have been determined.**

**Keywords:** microencapsulation, phase change substances, coconut oil, textile materials with thermoregulatory properties, glyoxal, urea.

Современное текстильное производство активно внедряет инновационные технологии заключительной отделки текстильных материалов, направленные на модификацию тканей для улучшения их эксплуатационных характеристик и придание уникальных функциональных свойств, например, антибактериальных, световозвращающих и других. Особое внимание уделяется созданию функционального текстиля с терморегулирующими свойствами, который находит широкое применение в различных отраслях и сферах жизни: медицине, спорте, в изготовлении одежды повседневного и специального назначения. Одним из распространенных способов получения материалов с терморегулирующими свойствами является формирование на поверхности материала специального покрытия [1-2].

На современном рынке представлен разнообразный ассортимент текстильных материалов, обладающих терморегулирующей способностью, который включает в себя композитные материалы, утеплители, мембраны, текстиль, оснащенный электронными системами термоконтроля и др. [3].

Особое место занимают текстильные материалы, содержащие на поверхности вещества, способные к фазовому переходу (ВФП), что позволяет обеспечить терморегуляцию в широком спектре температур. Способ получения подобных материалов предполагает закрепление веществ, которые в процессе плавления отдают тепло, а в процессе кристаллизации – поглощают тепло из окружающей среды. Возможно использование ВФП различного происхождения: гидратированные соли, парафины, масла, жирные кислоты, способные аккумулировать тепло при температурах, близких к температуре человеческого тела. Наиболее актуально применение парафинов и органических масел в качестве накопителей тепла за счет их высокой скорости и скрытой теплоты фазового перехода, нетоксичности, химической стабильности в процессе многократных циклов плавления/кристаллизации, простоты получения и доступности в ценовом сегменте веществ и материалов с подобными свойствами [4-5].

Использование ВФП в чистом виде для модификации текстильных материалов сопряжено с проблемой их низкой фиксации на волокнистом материале. Для решения этой задачи может быть применен метод микрокапсулирования, заключающийся в образовании устойчивого полимерного слоя вокруг активного вещества. Заключение ВФП в оболочку позволит повысить степени их полезного использования на материале и сохранить терморегулирующие свойства ткани в течение длительного времени. Данный метод получения функциональных частиц является одним из эффективных с точки зрения экологии и ресурсосбережения по нескольким причинам:

- минимизация отходов: в процессе микрокапсулирования используется только необходимое количество материалов для создания капсулы, что помогает минимизировать отходы и избегать излишних затрат ресурсов;

- благодаря микрокапсулированию активные вещества могут быть более эффективно защищены от внешних физико-химических воздействий, что уменьшает потери и повышает высокую эффективность, полезное использование вещества, сохраняя его химическую стабильность [5-6].

Такой подход обеспечивает защиту кожных покровов и предотвращает преждевременную десорбцию активного вещества. Имобилизация микрокапсул на текстильный материал может осуществляться как на стадии процесса электропрядения волокна, так и традиционными способами пропитки и печати [6].

В работе предложено применение кокосового масла в качестве активного вещества микрокапсул. Кокосовое масло характеризуется широким спектром функциональных свойств, главным образом способностью к фазовому переходу. Будучи доступным, недорогим, нетоксичным и биоразлагаемым материалом, кокосовое масло является перспективным кандидатом для применения в качестве ядра микрокапсул, что позволит снизить негативное воздействие на окружающую среду [7]. При этом, ключевой задачей исследования заключается в выборе веществ, способных образовать прочную оболочку микрокапсулы.

Известно несколько технологий получения микрокапсул на основе ВФП с оболочками, образующимися в процессе реакции поликонденсации таких веществ, как формальдегид или формальдегидсодержащие вещества, меламин или мочевины, а также меламин – и карбамидоформальдегидные смолы [8-9]. Несмотря на преимущества использования данных веществ в микрокапсулировании с целью получения прочных оболочек, технология является экологически не безопасной, так как возможно выделение свободного формальдегида, который оказывает негативное воздействие на окружающую среду и здоровье человека. По данным Международного агентства по изучению рака (IARC), формальдегид считается канцерогеном первой группы, обладает мутагенными свойствами, способен нарушать обмен веществ, вызывать аллергические реакции, поражать кожные покровы и слизистые оболочки, пагубно действует на дыхательные пути [10-11].

В связи с высоким токсикологическим действием формальдегида возникла задача выбора более безопасных с экологической точки зрения веществ. В разработанной методике получения микрокапсул на основе кокосового масла предложено использование глиоксаля в качестве сшивающего агента и, соответственно, одного из компонентов оболочки капсулы. Наиболее широко известно его применение в фармацевтической и пищевой отраслях промышленности. Глиоксаль способен вступать в реакции поликонденсации как с меламином, так и с мочевиной, образуя смолы [12]. Благодаря наличию двух карбонильных групп в структуре глиоксаля, он обладает значительно более высокой реакционной способностью по сравнению с формальдегидом. Все эти факты свидетельствуют о том, что глиоксаль может быть использован в качестве подходящего заменителя формальдегида для получения аминосмол [12].

Применение меламина в качестве оболочкоформирующего агента в реакции поликонденсации является особенно эффективным для получения прочных оболочек микрокапсул, но данное вещество относится к высокоопасным веществам 2-го класса

опасности. Преимущества применения меламина для формирования прочных оболочек с глиоксалем высоки, но в связи с его токсикологическим действием был осуществлен поиск более безопасного аналога, способного взаимодействовать с глиоксалем с образованием смол.

В разработанной методике получения микрокапсул предлагается использование мочевины (карбамида) для реакции смолообразования при взаимодействии глиоксалем. Мочевина не является токсичным веществом, имеет широкое применение в текстильной промышленности в роли среды для фиксации красителей с целью улучшения их адгезии к волокну, в получении препаратов, предназначенных для заключительной отделки текстильных материалов. Реакция мочевины с глиоксалем, взятых в разных соотношениях (рис. 1), позволяет получать полимеры с разнообразными свойствами, что открывает возможности для их применения [13].

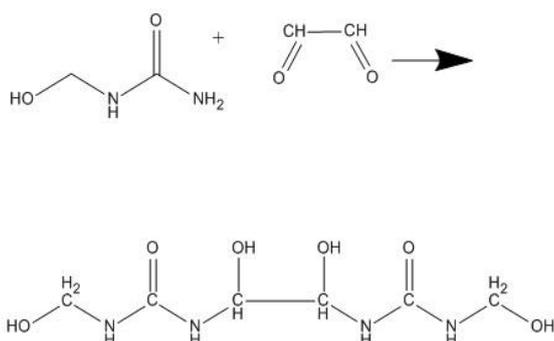


Рис. 1. Схема протекания реакции поликонденсации карбамида с глиоксалем [13]

Разработана методика формирования микрокапсул на основе кокосового масла с оболочкой, состоящей главным образом из мочевины и глиоксаля. Архитектура оболочки микрокапсул изучена с помощью оптического поляризационного микроскопа (рис. 2).



Рис. 2. Изображение синтезированных микрокапсул

Из полученных изображений следует, что синтезированные микрокапсулы обладают правильной сферической формой с плотной оболочкой. Методом динамического рассеяния света на приборе Photocor Compact-Z определен размер микрокапсул, полученных по разработанной методике. Средний размер частиц в свежеприготовленной дисперсии составил 5 нм. Минимальный размер частиц позволит более равномерно нанести их на всю поверхность текстильного материала, что позволяет получить равномерное стабильное проявление терморегулирующего эффекта. Состав выдерживали при комнатной температуре в течение 24 часов. Размер частиц по прошествии времени составил 5,5 нм, что свидетельствует об устойчивости системы.

Разработана методика капсулирования кокосового масла, применяемого для придания текстильным материалам терморегулирующих свойств. Показана возможность эффективного формирования оболочки капсул на основе экологически безопасных мочевины и глиоксаля, взаимодействующих по реакции поликонденсации. Установлено, что использование в качестве оболочкоформирующего (сшивающего) агента глиоксаля, позволяет обеспечить получение стабильных дисперсий микрокапсул с минимальным размером.

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

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Оборин М. С., Савельев И. И. Развитие текстильной промышленности на основе "умных" технологий / М.С. Оборин, И.И. Савельев //Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. – 2023. – №. 1. – С. 179-184.
2. Леонтьев И. А., Сташева М. А. Умный текстиль в одежде / И.А. Леонтьев, М.А. Сташева //Актуальные проблемы экспертизы, технического регулирования и подтверждения соответствия продукции текстильной и легкой промышленности. – 2022. – С. 224-226.
3. Тюрин И. Н., Гетманцева В. В., Андреева Е. Г. Анализ инновационных технологий терморегулирующих текстильных материалов / И.Н. Тюрин, В.В. Гетманцева, Е.Г. Андреева //Химические волокна. – 2018. – №. 1. – С. 3-11.
4. Sinaga R., Darkwa J., Omer S.A., Worall M. The microencapsulation, thermal enhancement, and applications of medium and high-melting temperature phase change materials: A review / R. Sinaga, J. Darkwa, S.A. Omer, M. Worall//International Journal of Energy Research. – 2022. – V. 46. – N. 8. – P. 10259-10300.
5. Ismail A., Wang J., Salami B.A., Oyedele L.O., Otukogbe G.K. Microencapsulated phase change materials for enhanced thermal energy storage performance in construction materials: A critical review /A. Ismail, J. Wang, B.A. Salami, L.O. Oyedele, G.K. Otukogbe //Construction and Building Materials. – 2023. – V. 401. – P. 132877.
6. Wang K. W., Yan T., Pan W. G. Optimization strategies of microencapsulated phase change materials for thermal energy storage/ K. W. Wang, T.Yan, W. G. Pan //Journal of Energy Storage. – 2023. – V. 68. – P. 107844.
7. Marina, A. Chemical properties of virgin coconut oil / A. M. Marina, Y. B. Che Man, S. A. H. Nazimah, I. Amin // Journal of the American Oil Chemists' Society. – 2009. – V. 86. – P. 301–307.
8. Huo J. H., Peng Z. G., Feng Q. Synthesis and properties of microencapsulated phase change material with a urea–formaldehyde resin shell and paraffin wax core / J. H. Huo, Z. G. Peng, Q. Feng //Journal of Applied Polymer Science. – 2020. – V. 137. – N. 16. – P. 48578.
9. Liu C., Cao H., Jin S., Cheng Q., Rao Z. Synthesis and characterization of microencapsulated phase change material with phenol-formaldehyde resin shell for thermal energy storage / H. Cao, S. Jin, Y. Bao, Q. Cheng, Z. Rao //Solar Energy Materials and Solar Cells. – 2022. – V. 243. – P. 111789.
10. Aldag N., Gunschera J., Salthammer T. Release and absorption of formaldehyde by textiles / N. Aldag, J. Gunschera, T. Salthammer/ N. Aldag, J. Gunschera, T. Salthammer//Cellulose. – 2017. – V. 24. – P. 4509-4518.
11. Novick R. M. et al. The effect of clothing care activities on textile formaldehyde content / R.M. Novick, M.L. Nelson, M.A. McKinley, G.L. Anderson, J.J. Keenan //Journal of Toxicology and Environmental Health, Part A. – 2013. – V. 76. – N. 14. – P. 883-893.
12. Heng X., Qingyong S., Xuepin L., Bi S. Melamine Glyoxal resin as retanning agent-preparation and application / X. Heng, S. Qingyong, L. Xuepin, S. Bi // Journal of the Society of Leather Technologists and Chemists. – 2014. – V. 98. – N. 1. – P. 17-22.
13. Трифонов А.И., Виноградова Г.Л, Мельников Б.Н. //Тез. докл. 1 Всес. конф. “Жидкофазн. матер.” под. Ред. Куприянова, Иваново - 1990. С. 224.

## АДАПТАЦИЯ НЕЙРОСЕТЕВОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ ПОИСКА ДЕФЕКТОВ НА ЛЬНОСОДЕРЖАЩИХ ТКАНЯХ

### ADAPTING A NEURAL NETWORK MODEL FOR SEARCH DEFECTS ON FLAX-CONTAINING FABRICS

М.А. Антонов<sup>1</sup>, Д.А. Мирошниченко<sup>1</sup>, М.В. Болсуновская<sup>2</sup>, И.С. Барабанщикова<sup>1</sup>  
M.A. Antonov<sup>1</sup>, D.A. Miroshnichenko<sup>1</sup>, M.V. Bolsunovskaya<sup>2</sup>, I.S. Barabanshchikova<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Ивановский государственный политехнический университет

<sup>2</sup>Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

<sup>1</sup>Ivanovo State Polytechnic University

<sup>2</sup>Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University

E-mail: tlp\_pti@ivgpu.ru

В статье авторами для контроля качества льняных и льносодержащих тканей предложено использовать нейросетевые модели. Однако, нейросетевые алгоритмы обработки изображений могут давать сбои при поиске дефектов на новых типах тканей. Одним из наиболее эффективных способов решения проблемы ошибок в нейросетевых алгоритмах является адаптация данных. Представлены результаты сравнения двух способов разметки дефектов: семантической сегментацией и ограничивающими прямоугольниками по 1000 дефектов шести различных видов: подплет, висячая нить, слет, шов, дыра, пятно. Сделан вывод, что для ускорения процесса разметки переход на формат ограничивающих прямоугольников является успешным для дефектов, имеющих вид границ близкий к форме квадрата или прямоугольника.

**Ключевые слова:** текстильный материал, поиск дефектов, нейросеть, льняные ткани

In the article, the authors proposed using neural network models to control the quality of linen and flax-containing fabrics. However, neural network image processing algorithms can fail when searching for defects on new types of tissues. One of the most effective ways to solve the problem of errors in neural network algorithms is data adaptation. The results of comparing two methods of marking defects are presented: semantic segmentation and bounding rectangles of 1000 defects of six different types: subplot, hanging thread, fly-off, seam, hole, spot. It is concluded that in order to speed up the marking process, the transition to the format of bounding rectangles is successful for defects having a border shape close to the shape of a square or rectangle.

**Keywords:** textile material, defect search, neural network, linen fabrics

Производство льняных и льносодержащих тканей требует тщательного контроля качества, чтобы обеспечить высокий уровень конечного продукта. Однако традиционные методы визуального осмотра и ручной проверки часто оказываются недостаточными из-за своей субъективности и трудоемкости. Современные технологии предлагают решение этой проблемы с помощью автоматизированных систем, таких как нейросетевые модели [1-3]. Они способны быстро и точно идентифицировать дефекты на ткани, снижая затраты времени и ресурсов.

Как известно, нейросети обучаются на больших объемах данных, что позволяет им распознавать как простые, так и сложные структуры, печатные рисунки на текстильных материалах [4]. Они могут обнаружить даже самые незначительные дефекты, которые человек мог бы пропустить. Однако, нейросетевые алгоритмы обработки изображений могут давать сбои при поиске дефектов на новых типах тканей. Происходить это может по нескольким причинам:

– недостаток обучающих данных. Для обучения нейросети требуются обширные наборы данных, которые включают изображения с различными дефектами и без них. Если новые типы тканей не были включены в обучающий набор данных, нейросеть может не распознавать их как «нормальные» или «дефектные»;

– изменение характеристик ткани. Новые типы тканей могут иметь уникальные

характеристики (например, текстуру, цвет, контраст), которые отличаются от тех, которые использовались для обучения нейросети. Это может привести к тому, что нейросеть будет ошибочно классифицировать эти новые типы тканей;

– ошибки в обучении. Даже если новые типы тканей были добавлены в обучающие данные, ошибки в процессе обучения могут привести к неправильной классификации. Например, недостаточная точность выборки или использование неподходящих параметров обучения могут ухудшить результаты работы нейросети;

– различия в условиях освещения. Новые типы тканей могут выглядеть иначе под разными источниками света или в разных условиях освещенности. Это может затруднить задачу нейросети, которая обучена работать с другими условиями освещения;

– новые виды дефектов. Если новые типы тканей имеют новые виды дефектов, которых нет в обучающем наборе данных, нейросеть может их не обнаружить.

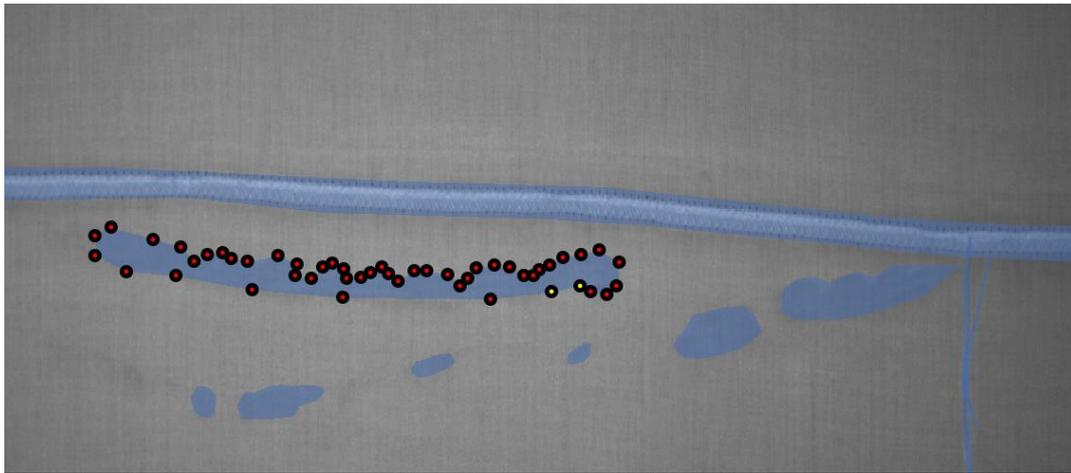
Для решения этих проблем возможны следующие действия:

- адаптация данных;
- улучшение условий освещения;
- оптимизация параметров обучения;
- регулярное обновление данных.

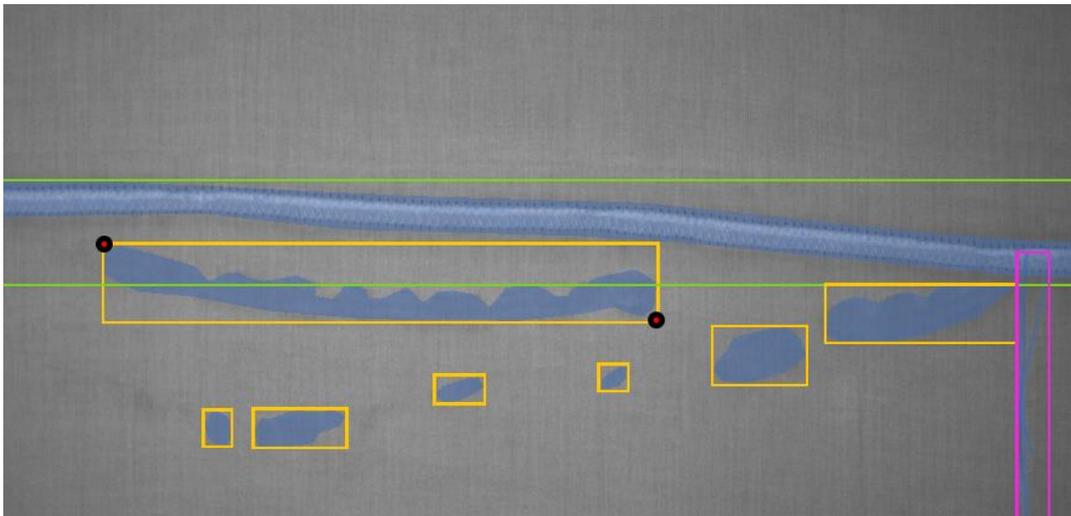
Одним из наиболее эффективных способов решения проблемы ошибок в нейросетевых алгоритмах является адаптация данных, суть которой заключается в добавлении в обучающую выборку изображений новых типов тканей с различными видами дефектов. Однако возникает следующая проблема – разметка и классификация новых данных. Известно, что основными способами разметки данных является семантическая сегментация (semantic segmentation) и ограничивающие прямоугольники (bounding box) [5,6].

В первом способе дефекты размечаются инструментом «полигон», представляющим собой геометрически сложные многоугольники (рис.1-а), которые могут иметь от нескольких десятков до нескольких сотен вершин. Соответственно, нейронная сеть обучается распознавать дефекты таким же образом, то есть определять границы дефектов максимально точно. Как следствие, выполняется большое количество расчетов и формируется файл с полным набором координат всех вершин этого сложного многоугольника. Такой подход имеет свои достоинства и недостатки. Среди достоинств можно отметить точное определение границы дефекта. К недостаткам можно отнести то, что выполнение разметки дефектов занимает очень много времени, так как представляет собой сложный процесс, большая часть времени, в котором уходит непосредственно на создание точных масок путем поточечного обхода контура дефекта. Соотношение времени, затрачиваемого на процесс создания самого контура дефекта ко всем остальным процессам, может достигать от нескольких десятков до сотен раз. Помимо времени разметки расчет такой маски также является достаточно ресурсоемкой задачей для компьютера.

При втором способе разметки область дефекта отмечается с помощью инструмента создания прямоугольных форм (рис.1-б) максимально близко к границам дефекта. То есть в идеальном случае, грани прямоугольника являются касательными для формы контура дефекта. При таком способе разметка контура дефекта занимает достаточно мало времени, и база данных для обучения может начать обновляться в более быстром темпе.



а)



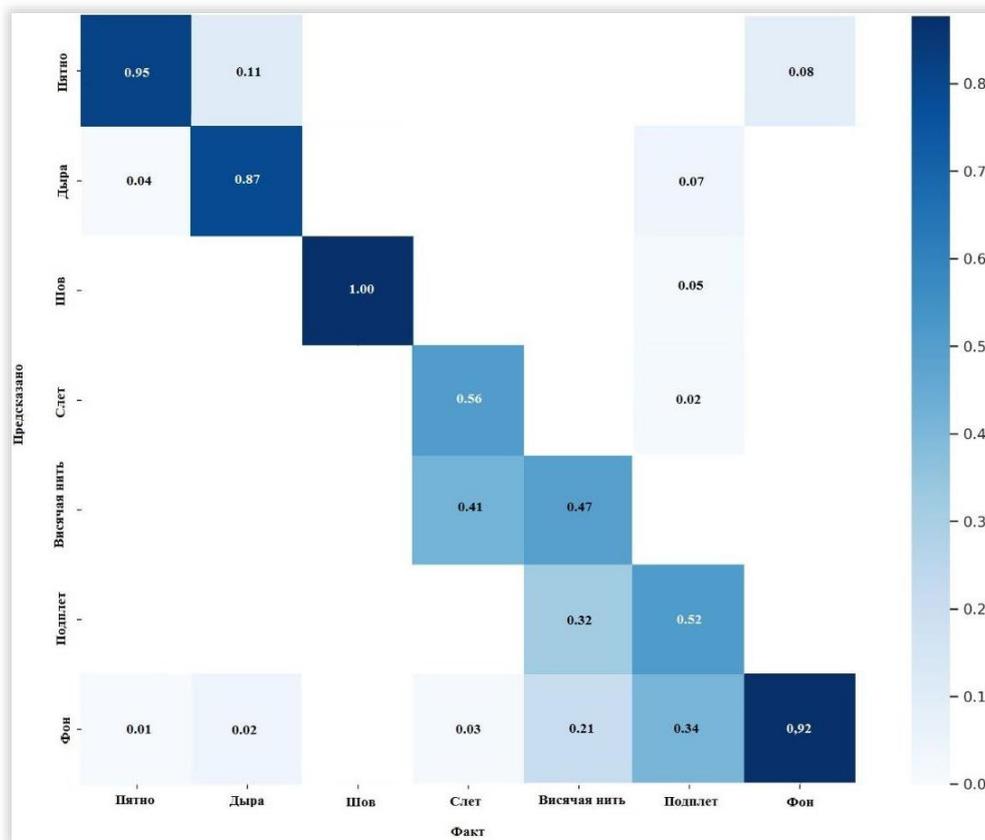
б)

Рис.1. Сравнение способов разметки: а) семантическая сегментация;  
б) ограничивающие прямоугольники

Было проведено сравнение результатов работы нейросетевых алгоритмов для двух способов разметки. На рис.2 представлены нормализованные матрицы по выявлению дефектов. По горизонтальной оси представлены названия дефектов, фотографии которых подавались на вход нейросети, по вертикальной оси - предсказанные названия дефектов. На пересечение строк и столбцов отображается процент выявления этих дефектов. Место, где фактическое название дефекта пересекается с предсказанным, является верным результатом. А, где название пересекается с каким-либо другим, означает, что нейросеть распознала дефект как другой вид, что является ложным срабатыванием.



а)



б)

Рис. 2. Нормализованные матрицы выявления дефектов: а) семантическая сегментация; б) ограничивающие прямоугольники

Для эксперимента в нейросеть были поданы разметки по 1000 дефектов шести различных видов: подплет, висячая нить, слет, шов, дыра, пятно. Дефекты были сначала размечены ровно по контуру, затем ограничивающими прямоугольниками. Результат показал, что для некоторых видов дефектов перевод разметки в формат прямоугольников делает предсказание нейросети более точными. Так, например, самые лучшие показатели по точности распознавания были у такого дефекта как шов. При разметке и обучении нейросетевой модели в формате ограничивающих прямоугольников позволили обнаружить его в 100 % случаев. Так же из рис. 2-б видно, что уровень точности распознавания увеличился у таких дефектов как пятно и дыра. Для таких дефектов как слет, висячая нить и подплет разметка обучающего набора данных в формате ограничивающих прямоугольников ухудшила показатели обнаружения в среднем на 10 %. Обусловлено это тем, что эти дефекты имеют сложные разнонаправленные границы. При разметке их ограничивающим прямоугольником в область дефекта попадают большие участки ткани без дефекта, что понижает точность их распознавания. Стоит также отметить, что для всех видов дефектов уменьшился разброс ложных срабатываний на другие виды.

Таким образом, сделан вывод, что для ускорения процесса разметки переход на формат ограничивающих прямоугольников является успешным для дефектов вид границ, которых близок к форме квадрата или прямоугольника.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Miroshnichenko D., Kareva T., Tolubeeva G., Abramov N., Lodyshkin A. Program for visual representation of defects in the appearance of textile materials with different types of surface design. // В сборнике: AIP Conference Proceedings. International conference on textile and apparel innovation (ICTAI 2021). 2022. С. 020008.
2. Брюханова Т.А., Мирошниченко Д.А., Барабанщикова И.С. Искусственный интеллект в оценке качества текстильных материалов // Молодые ученые - развитию Национальной технологической инициативы (ПОИСК). 2022. № 1. С. 15-17.
3. Карева Т.Ю., Мирошниченко Д.А., Толубеева Г.И., Болсуновская М.В., Бойков А.В., Лодышкин А.В. Поиск путей совершенствования цифрового представления текстильных материалов с целью обнаружения дефектов. // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2022. № 2 (398). С. 104-108.
4. Liu M., Wang X., Zhou A., Fu X., Ma Y., Piao C. UAV-YOLO: Small Object Detection on Unmanned Aerial Vehicle Perspective // Sensors 2020. – 20. - 2238. – DOI: 10.3390/s20082238
5. Shuxuan Z., Yin L., Zhang J., Wang J. Real-time fabric defect detection based on multi-scale convolutional neural network // IET Collaborative Intelligent Manufacturing 2020. – 2 (4):189-196. DOI: 10.1049/iet-cim.2020.0062
6. Zhou J., Liu J. Segmentation of defects in textile fabric with robust texture representation and total variation // International Journal of Clothing Science and Technology 2020. - Vol. 32 No. 6, pp. 813-823. DOI: 10.1108/ijcst-10-2019-0157

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСТОРИКО-КУЛЬТУРНЫХ КОДОВ РОССИИ И КИТАЯ В РАЗРАБОТКЕ СОВРЕМЕННОЙ КОЛЛЕКЦИИ ОДЕЖДЫ**

### **USING HISTORICAL AND CULTURAL CODES OF RUSSIA AND CHINA IN THE DEVELOPMENT OF A MODERN CLOTHING COLLECTION**

Г.А. Архимович, Н.А. Сахарова  
G.A. Archimovich, N.A. Sakharova

Ивановский государственный политехнический университет  
Ivanovo State Polytechnic University  
E-mail: arkhimovichg@bk.ru, nata1\_77@bk.ru

**В данной статье проводится сравнительный анализ конструктивно-композиционного решения русского и китайского традиционного костюмов, с целью заимствования их знаковых элементов для создания современной коллекции одежды. Основное внимание уделяется конструктивным признакам, орнаментам и цветовым решениям, характерным для обоих типов культур. Исследование основывается на исторических источниках, этнографических данных.**

**Освещены влияние климата, географии и национальных традиций на формирование костюмов, а также символику, вложенную в стиль и декор каждой из культур. Особое внимание уделяется функциональным аспектам одежды, стилистическим различиям и роли традиционного костюма в современной культуре, а также традиционных элементов в контексте глобализации.**

**Ключевые слова: fashion индустрия; бренд; цифровая мода; кастомизация; виртуальный дизайн, кастомизация.**

**This article provides a comparative analysis of Russian traditional costume and Chinese folk costume, examines their historical roots, cultural meanings and design features. The main attention is paid to the design features, ornaments and color solutions characteristic of both types of clothing. The research is based on historical sources and ethnographic data.**

**The influence of climate, geography and national traditions on the formation of costumes is highlighted, and also examines the symbols embedded in the style and decor of each culture. Special attention is paid to the functional aspects of clothing, stylistic differences and the role of traditional costume in modern culture.**

**Keywords: fashion industry; brand; digital fashion; customization; virtual design, customization.**

В российской современной моде часто применяют элементы традиционного народного костюма, такие как вышивка, узоры, цветовое решение, вдохновленные народными сказаниями и культурой. Сегодня на маркетплейсах можно увидеть достаточно большое разнообразие футболок, платьев, мужских сорочек с элементами кроя русской рубахи или казакинского сарафана, принтами под «гжель», «хохлому» и др. [1,2]. Элементы национального костюма в современной одежде можно увидеть и в других странах. Историко-культурное наследие разных культур находится в центре внимания и основная миссия – это приобщения общества к традициям, иногда забытым, социально-культурное воспитание молодежи.

2024 год в России объявлен годом культуры Китая. Российско-китайские отношения переплетаются на протяжении нескольких веков. Сотрудничество в разных направлениях и сферах деятельности ощутимо, в том числе через призму костюма. В обеих культурах наблюдается интерес к смешению традиционного и современного, что позволяет создавать уникальные коллекции одежды, которые не только отражают историческое наследие, но и отвечают модным мировым тенденциям. Кроме того, глобализация способствует обмену культурными кодами, что делает моду более разнообразной и инклюзивной.

В настоящей работе выполнен сравнительный анализ конструктивного и композиционного решения русского и китайского народных костюмов, выявлены общие черты и осуществлена средствами трехмерного проектирования одежды разработка цифровой коллекции современной одежды под девизом «Цветущие традиции».

На первом этапе работы были подобраны модели-аналоги в виде русского и китайского народных костюмов. Определены их схожие черты, в числе которых:

1) использование натуральных материалов. Собственно свойства тканей и определяли характер конструктивного устройства. Прямой крой, простая геометрия деталей были определены шириной полотна и возможностью выкраивать детали без технологических выпадов;

2) костюмы обеих культур базировались на простой ритмической организации в крое и элементах декора. Чаще в одном костюмном комплексе сочеталось не более трех цветов и в большей степени предпочтение отдавалось красному цвету. Символика красного цвета в России и Китае – это процветание, праздник;

3) разная градация костюмов по регионам. По цвету, комплектности, крою наблюдались отличия в зависимости от принадлежности к региону как в России, так и в Китае.

Среди отличительных признаков:

1) объемно-пространственная форма русского костюма доминирует. Костюм в России более свободный и объемный;

2) в русском костюме символика чаще базировалась на тему природы, а в китайском костюме доминантой были мифологические темы;

3) по цвету русские костюмы более контрастные;

4) характерная для китайского костюма асимметричная застежка из шнура.

Проведенный анализ позволил определить те элементы, которые использованы при создании современной коллекции под девизом «Цветущие традиции». Акцент на простой крой, сочетание красного, черного и белого цветов. Источником вдохновения стала роза и ее очертания были трансформированы в элемент декора.

Модели коллекции полностью разработаны в программе трехмерного проектирования на базе CLO3D, для разработки декора использовали ИИ Kandinsky, рис.1 [3].



Рис. 1. Цифровая коллекция моделей под девизом «Цветущие традиции»

Изучение национальной одежды является не только познавательным занятием, но и важным шагом к пониманию общего наследия человечества. Для конструктора и дизайнера одежды изучение истории костюма – важный этап в профессиональном развитии.

Коллекция подготовлена для участия в конкурсе «Адмиралтейская игла», 2024 в номинации Digital fashion.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Кузьмичев, В.Е. Историко-цифровая символика в одежде для популяризации нематериального наследия Ивановской области / В.Е. Кузьмичев, Н.А. Сахарова // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. - №1 (403). – 2023. – С.159-165
2. Груздева, И.А. Использование историко-культурных кодов в современных коллекциях одежды / Груздева И.А., Н.А.Сахарова // Инновации и технологии к развитию теории современной моды, мода (материалы, одежда, дизайн, аксессуары) : сборник материалов III междунр. научно-практич. конфер., посвященной Ф.М.Пармоны: статья. – Москва: ФГБОУ ВО РГУ им.А.Н.Косыгина. - 2023. – С.53-56
3. CLO3D [электронный ресурс]: URL <https://www.clo3d.com/en/>

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТИ МЕТАЛЛИЗИРОВАННЫХ ТКАНЕЙ,  
ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ МАГНЕТРОННОГО НАПЫЛЕНИЯ**

**STUDY OF THE SURFACE OF METALLIZED FABRICS PRODUCED BY  
MAGNETRON SPUTTERING METHOD**

Г.Ф. Байгузин<sup>1,2</sup>, Е.С. Бокова<sup>1</sup>, П.Б. Мальшев<sup>2</sup>, В.Р. Курбангалеев<sup>2</sup>,  
П.С. Шмелин<sup>3</sup>, Е.П. Гребенников<sup>2</sup>  
G.F. Baiguzhin<sup>1,2</sup>, E.S. Bokova<sup>1</sup>, P.B. Malyshev<sup>2</sup>, V.R. Kurbangaleev<sup>2</sup>, P.S. Shmelin<sup>3</sup>, E.P.  
Grebennikov<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина  
(Технологии. Дизайн. Искусство) (Москва)

<sup>2</sup>МИРЭА — Российский технологический университет (Москва)

<sup>3</sup>Центральный научно-исследовательский технологический институт  
«Техномаш» (Москва)

<sup>1</sup>Kosygin Russian State University (Technology. Design. Art) (Moscow)

<sup>2</sup>MIREA – Russian Technological University, (Moscow)

<sup>3</sup>The Central Technology Research Institute "Technomash", (Moscow)

E-mail: bayguzhing@mail.ru, esbokova@yandex.ru, grebennikov@mirea.ru, pshmelin@yandex.ru,  
vageese@yandex.ru, pavel.malyshev2@gmail.ru

**В работе представлены результаты исследований по формированию металлизированного слоя на поверхности текстильного материала. Металлизацию осуществляли методом магнетронного напыления. Проведен качественный и количественный анализ, определена морфологическая характеристика модифицированных тканей и определена их электропроводность.**

**Ключевые слова:** магнетронное напыление, электропроводящие текстильные материалы, металлизированные ткани.

**The paper presents the results of research on the formation of a metallized layer on the surface of a textile material. Metallization was carried out by magnetron sputtering. A qualitative and quantitative analysis was carried out, the morphological characteristics of the modified tissues were determined and their electrical conductivity was determined.**

**Keywords:** magnetron sputtering, electrically conductive textile materials, metallized fabrics.

В последние десятилетия гибкие и носимые электронные устройства привлекают значительное внимание из-за их большого потенциала применения в умной одежде, биомедицинских устройствах, преобразовании и хранении энергии, экранировании от электромагнитных помех и т. д. [1-3]. Ткани, покрытые нанопленкой, обычно получают методами химического осаждения из паровой фазы [4], химического осаждения [5], золь-гель метода [6] и метода магнетронного распыления [7]. Среди перечисленных методов, метод магнетронного распыления имеет такие преимущества, как контролируемая толщина пленки, высокая чистота и скорость напыления при низкой температуре и т. д. [8].

Напыление магнетронным распылением — это вакуумный процесс, который широко используется для нанесения очень тонких пленок на различные подложки. Во время распыления ионы газа под напряжением ударяют по мишени и заставляют атомы из мишени выбрасываться с достаточной энергией для перемещения к подложке и связывания с ней, образуя функциональное покрытие. Технология позволяет наносить металлические или неметаллические пленки на поверхность подложки из текстиля на основе полиэстера, хлопка, льна, шелка, шерсти, полиамида, полипропилена и т.д., выбирать процессы распыления, а также тип мишени и окружающих газов [9-11]. Текстильной подложкой могут служить ткани, трикотажные полотна, а также нетканые материалы. Материалами мишеней

для распыления являются металлы, такие как Cu, Ti, Ag, Al, W, Ni, Sn, Pt или неметаллы, например Si и графит, а также оксиды металлов: TiO<sub>2</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, WO<sub>3</sub>, ZnO и оксиды неметаллов – SiO<sub>2</sub>. С помощью магнетронного напыления также можно наносить керамические материалы и однослойные или многослойные композитные нанопленки, образованные полимерами, такими как полиимид и политетрафторэтилен и т. д. При таком методе напыления ткани наделяются одиночными или сложными функциями, такими как электромагнитное экранирование, защита от УФ-излучения, антистатические, антибактериальные, проводящие или водонепроницаемые свойства, а также способностью получать структурные цвета посредством интерференционных и дифракционных характеристик нанопленок [12–15].

Цель работы – исследование поверхности металлизированных тканей, полученных методом магнетронного напыления.

В качестве объектов исследования в работе использовали ткани с различным составом и переплетением. Характеристика тканей представлена в таблице 1.

Таблица 1

Характеристика тканей

№	Ткань	Переплетение	Состав
1	Сетка	сетка	100% полиамид
2	Оксфорд	рогожка	100% полиэфир
3	Русар	полотняное	100% параарамид

Магнетронное напыление осуществляли на установке Alcatel SCM 651 (650) (рис. 1). На катоде устанавливали мишени из меди (Cu) и титана (Ti) с высокой чистотой (99,999%). Размеры мишеней из Cu и Ti составляли 101,6 мм в диаметре и 6 мм в толщину. Текстильные образцы закрепляли на аноде, обращенном к мишени. В качестве бомбардирующего газа использовался аргон (99,99%). Предельный вакуум составлял  $2 \cdot 10^{-6}$  мм рт. ст., давление аргона внутри камеры  $5 \cdot 10^{-3}$  мм рт. ст. Ток разряда, используемый для напыления мишени, был установлен на 1-3 А. Напыление на поверхность текстильного материала проводилось в течение 20 мин при комнатной температуре. Скорость вращения образца составляла 10 об/мин.

Морфологию поверхностей с Cu и Ti покрытием анализировали с помощью сканирующего электронного микроскопа (СЭМ) JEOL, JSM-IT500, с детектором в обратно-рассеянных электронах EDS JED-2300. Химический состав покрытия определяли методом энергодисперсионного рентгеновского анализа (EDX), который был подключен к СЭМ. Сопротивление тканей измеряли с помощью мультиметра Agilent U1253A.

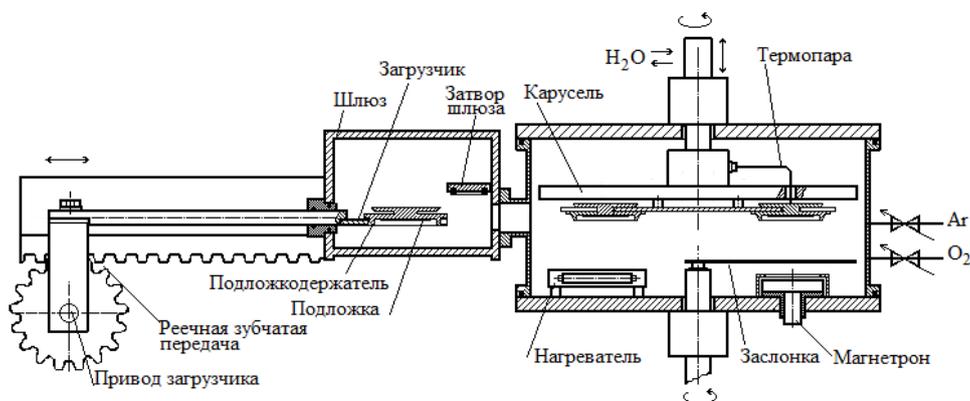


Рис. 1. Схема установки магнетронного напыления Alcatel SCM 651 (650)

Изображения СЭМ на рис. 2 показывают внешний вид поверхности тканей после металлической обработки. Как следует из рис.2(а) на полиэфирной ткани, с относительно гладкой поверхностью, после напыления Ti и Cu появляются мелкие частицы металла с

равноосным размером, равномерно распределенные на поверхности нитей. Кроме того, после напыления нет очевидных структурных повреждений полотна. Из рисунков 2 (б) и (с) видно, что образцы, в целом, имеют равномерное напыление, но на небольших участках есть разрывы, куда не осели частицы напыляемого металла.

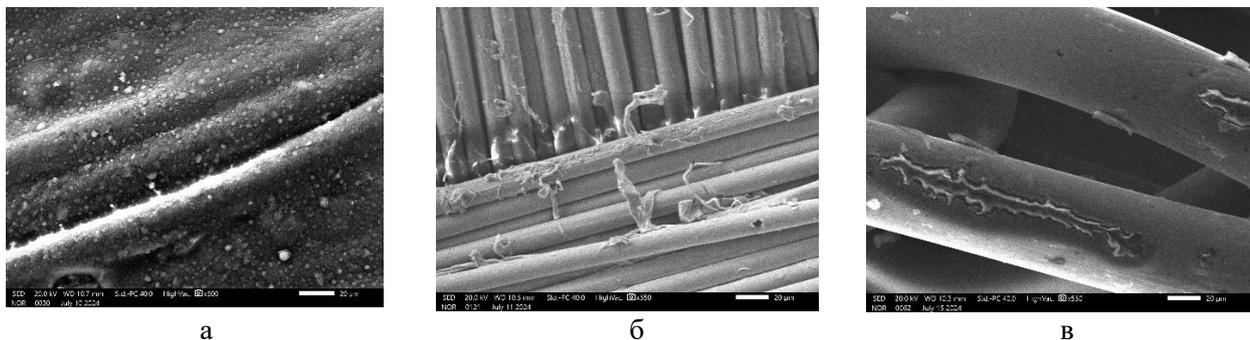


Рис. 2. СЭМ изображения: (а) полиэфирная ткань «оксфорд», (б) параамидная ткань «русар», (в) полиамидная сетка с медным и титановым покрытием после напыления в течение 20 мин.

На рис. 3 приведены результаты EDX анализа. Спектр рис. 3(а) говорит о том, что образец после напыления содержит Ti и Cu без каких-либо примесей. Количество Ti на поверхности ткани составляет 1,98%, а содержание Cu 98,02 %. Спектр рис. 3(б) показывает, что образец после напыления содержит Ti и Cu без каких-либо примесей. Количество Ti на поверхности ткани составляет 0,94%, а содержание Cu 99,06%. Из рис. 3(в) видно, что образец после напыления содержит не только Ti и Cu, но и тантал (Ta). Содержание Ti составляет 1,45%, содержание Cu 92,53% и Ta 6,03%. Содержание тантала на поверхности текстильного материала можно объяснить тем, что вакуумная установка содержала неочищенные частицы Ta. Небольшое содержание Ti на всех образцах связана с тем, что данный металл напыляли первым слоем в течение 20 минут, а следующие 20 минут происходит напыление Cu. Исходя из полученных спектров очевидно, что поверхность всех образцов состоит из поверхностного слоя Cu.

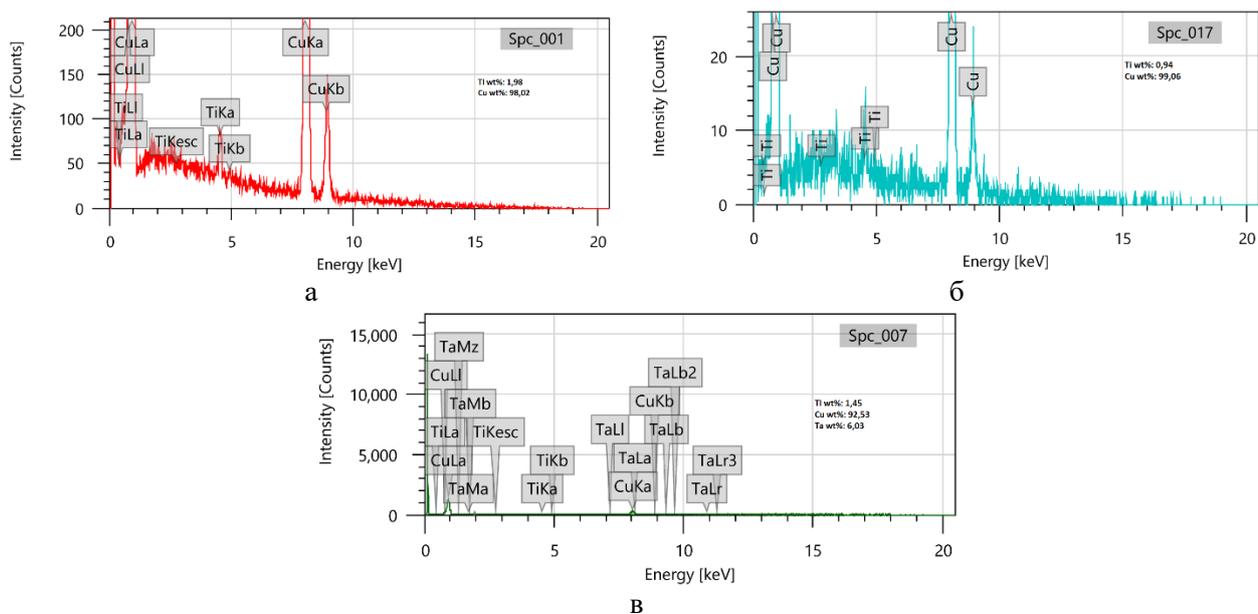


Рис. 3. Спектры EDX: а) полиэфирная ткань «оксфорд», (б) параамидная ткань «русар», (в) полиамидная сетка с медным и титановым покрытием после напыления в течение 20 мин при энергиях электронного пучка 20 кэВ

Из всех металлизированных образцов, только ткань «оксфорд», состоящая из синтетических волокон на основе полиэфира и имеющая переплетение основы типа «рогожка», имеет сопротивление 50-60 Ом. Параарамидная ткань «русар» и полиамидная сетка не имеют сопротивления, поскольку на образцах есть разрывы и некоторые участки не металлизированы.

Таким образом, в настоящей работе проведена модификация текстильных материалов методом магнетронного напыления. Установлено, что результаты напыления зависят от поверхности ткани. Исследование СЭМ показали, что слой мелких частиц титана и меди равномерно распределяются по поверхности полиэфирной ткани с гладкой поверхностью, и неравномерно на ткани типа «сетка» и «русар».

Результаты работы представляют интерес для дальнейших исследований и их использовании при создании технического текстиля.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Amjadi M. et al. Stretchable, skin-mountable, and wearable strain sensors and their potential applications: a review //Advanced Functional Materials. – 2016. – Т. 26. – №. 11. – С. 1678-1698.
2. Egami Y. et al. Preparation and characterization of conductive fabrics coated uniformly with polypyrrole nanoparticles //Synthetic metals. – 2011. – Т. 161. – №. 3-4. – С. 219-224.
3. Pasta M. et al. Electrodeposited gold nanoparticles on carbon nanotube-textile: Anode material for glucose alkaline fuel cells //Electrochemistry Communications. – 2012. – Т. 19. – С. 81-84.
4. Lomov S. V. et al. Compressibility of nanofibre-grafted alumina fabric and yarns: Aligned carbon nanotube forests //Composites science and technology. – 2014. – Т. 90. – С. 57-66.
5. Lu Y. Electroless copper plating on 3-mercaptopropyltriethoxysilane modified PET fabric challenged by ultrasonic washing //Applied Surface Science. – 2009. – Т. 255. – №. 20. – С. 8430-8434.
6. Pan C. et al. Preparation of superhydrophobic and UV blocking cotton fabric via sol-gel method and self-assembly //Applied Surface Science. – 2012. – Т. 259. – С. 110-117.
7. Ellmer K. Magnetron sputtering of transparent conductive zinc oxide: relation between the sputtering parameters and the electronic properties //Journal of Physics D: Applied Physics. – 2000. – Т. 33. – №. 4. – С. R17.
8. Vaideki K. et al. Investigation on the effect of RF air plasma and neem leaf extract treatment on the surface modification and antimicrobial activity of cotton fabric //Applied surface science. – 2008. – Т. 254. – №. 8. – С. 2472-2478.
9. De Bosscher W., Lievens H. Advances in magnetron sputter sources //Thin Solid Films. – 1999. – Т. 351. – №. 1-2. – С. 15-20.
10. Robbie K., Brett M. J. Sculptured thin films and glancing angle deposition: Growth mechanics and applications //Journal of Vacuum Science & Technology A: Vacuum, Surfaces, and Films. – 1997. – Т. 15. – №. 3. – С. 1460-1465.
11. Hegemann D. et al. Recent developments in Ag metallised textiles using plasma sputtering //Materials Technology. – 2009. – Т. 24. – №. 1. – С. 41-45.
12. Shahidi S., Ghoranneviss M. Plasma sputtering for fabrication of antibacterial and ultraviolet protective fabric //Clothing and Textiles Research Journal. – 2016. – Т. 34. – №. 1. – С. 37-47.
13. Zhang H. Silver plating on hollow glass microsphere and coating finishing of PET/cotton fabric //Journal of Industrial Textiles. – 2013. – Т. 42. – №. 3. – С. 283-296.
14. Wei Q. et al. Surface characterization of functional nanostructures sputtered on fiber substrates //Surface and Coatings Technology. – 2006. – Т. 201. – №. 3-4. – С. 1821-1826.
15. Wei Q. et al. Evaluation of the interfacial bonding between fibrous substrate and sputter coated copper //Surface and Coatings Technology. – 2008. – Т. 202. – №. 19. – С. 4673-4680.

**ПОЛУЧЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕРМОХРОМНЫХ КОМПОЗИЦИЙ  
ДЛЯ КРАШЕНИЯ ВОЛОКНИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ**

**PREPARATION AND INVESTIGATION OF THE THERMOCHROMIC COMPOSITIONS  
FOR DYEING FIBROUS MATERIALS**

М.А. Бакаева, Е.С. Сашина

M. A. Bakaeva, E. S. Sashina

Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна  
St. Petersburg State University of Industrial Technologies and Design

E-mail: masha\_569@mail.ru, e.sashina@mail.ru

Представлены результаты исследования термохромных красящих композиций на основе кристаллического фиолетового лактона с проявителями разной природы; изучены их колористические свойства и особенности цветового перехода. Выявлена роль природы и концентрации проявителя и растворителя в термохромной композиции. Даны рекомендации по применению капсулированных термохромных красителей в технологии волокнистых материалов.

**Ключевые слова:** термохромные лейкокрасители, кристаллический фиолетовый лактон, термохромный эффект.

The results of a study of thermochromic coloring compositions based on crystalline violet lactone with developers of different natures are presented; their coloristic properties and features of the color transition are studied. The role of the nature and concentration of the developer and solvent in the thermochromic composition is revealed. Recommendations on the use of encapsulated thermochromic dyes in the technology of fibrous materials are given.

**Keywords:** thermochromic leuco dyes, crystal violet lactone, thermochromic effect.

Мы называем «умным» текстиль, способный реагировать на условия окружающей среды. Многие «умные» свойства волокнистым материалам способны придать современные отделочные средства, и, в первую очередь, микрокапсулированные препараты, являющиеся эффективным инструментом при разработке инновационных материалов. При создании таких препаратов в оболочку из полимера заключается активное вещество или композиция, обладающая необходимыми свойствами. При химических методах капсулирования вокруг ядра капсулированного вещества образуется защитное покрытие в процессе реакции полимеризации, поликонденсации пленкообразующих компонентов или полиионной самоорганизации. Технологическими приемами можно варьировать размер микрокапсул от 10 нанометров до нескольких микрометров. Однако, при кажущейся простоте объектов выбор полимера оболочки и технология капсулирования заданной композиции представляет собой определенные трудности и зависит от решаемых задач. Так, полимерная оболочка может быть проницаемой для постепенного высвобождения вещества – ароматизатора, репеллента, лекарственного или косметического средства. Такие оболочки чаще всего создаются из полиэлектролитов, анионы могут представлять полиакриловые и полисульфоновые кислоты и их производные, катионами служат полиамины. Часто используются природные полиэлектролиты, например, хитозан, фиброин, камеди, альгинат натрия, желатины. Проницаемостью такой оболочки и, соответственно, скоростью высвобождения низкомолекулярного вещества ядра можно управлять изменением толщины оболочки и внешних параметров (рН, ионная сила, температура и др.). Непроницаемые полимерные оболочки служат для защиты ядра от внешней среды, теоретически, могут быть получены практически из любого полимера, но зачастую к ним предъявляются дополнительные требования, например, светопрозрачность, что сужает круг рассматриваемых полимеров. Этому требованию удовлетворяют поливиниловый спирт, стирол, смолы на основе формальдегида.

Получение и исследование капсулированных термохромных красителей, меняющих свой цвет на волокнистом материале, представляется крайне актуальной задачей. Многие потребители технического, бытового, специального текстиля делают запрос на изделия с термохромным эффектом, которые находят спрос не только в дизайне, спортивной и спецодежде, но и в медицине, строительстве, военно-промышленном комплексе [1]. Несмотря на существование разных классов хромофорных систем [2], для текстильных материалов экономически более оправданным являются системы с лейкокрасителями. Считается, что изменение цвета в этих системах является результатом реакции переноса протона между красителем и проявителем, что приводит к изменению ответственного за цвет хромофора в составе молекулы красителя. Растворитель в этой системе (жирные спирты, углеводороды) подбирается с учетом требуемой температуры цветового перехода, когда он из кристаллической формы переходит в жидкую. Бисфенол А стал промышленно используемым протонодонорным проявителем в термохромных системах в силу своей эффективности, широкой доступности и низкой стоимости. Однако это высокотоксичное вещество, которое запрещено использовать во многих сферах, так как установлено его влияние на развитие рака, диабета и метаболического синдрома [3]. Актуальным является поиск новых, менее токсичных, проявителей для термохромных композиций и изучение механизмов взаимодействий в термохромных системах.

В нашем исследовании мы сравнивали эффект бисфенола А (BPA) в термохромных композициях на основе кристаллического лактона фиолетового (CLV) с двумя другими проявителями разной природы – протонодонорным производным тетразола (А) [4] и апротонным соединением (В), относящемся к кислотам Льюиса. Композиции с проявителями составляли в разных соотношениях, добавляя к ним растворитель, выбранный из спиртов 1-додеканола (DD, температура плавления 24-27 °С) или 1-тетрадеканола (TD, температура плавления 38 °С). Колористические свойства композиции, нанесенной на фильтровальную бумагу, характеризовали координатами цвета в системе CIELAB [5] относительно эталона – исходной фильтровальной бумаги с координатами  $L^* = 94.1$ ;  $a^* = -0.2$ ;  $b^* = 3.0$ ;  $C^* = 3.1$ ;  $h^\circ = 93.9$ . Для расчета координат цвета окрашенного образца в сравнении с неокрашенным эталоном используется следующая формула:

$$X_1 = X^* + DX,$$

где  $X_1$  – координата цвета измеряемого образца;

$X^*$  – координата цвета эталона;

$DX$  – значение отличия полученной координаты от эталона.

В качестве численной характеристики для сравнения цветового эффекта в данной работе использовали координату  $L$  (светлоты). Цветовые характеристики снимали при помощи портативного спектроколориметра X-Rite RM200QC.

Температуру образцов изменяли, помещая их на нагревательную поверхность или на лед. Измерение температуры поверхности образцов проводили с использованием инфракрасного термометра с лазерным целеуказателем Testo 830-T1.

Для микрокапсулирования термохромных композиций в качестве материала оболочки использовали мочевиноформальдегидную смолу. Форму и размеры частиц микрокапсул изучали на оптическом микроскопе ЛОМО МИКМЕД-6 при увеличении до  $\times 200$ .

#### *Влияние природы проявителя на термохромный эффект композиций на основе кристаллического лактона фиолетового*

На рис. 1 приведены кривые зависимости светлоты  $DL$  образцов от температуры в цикле «нагрев – охлаждение»: сплошные линии характеризуют изменение координат цвета при нагревании и выходят на горизонталь после обесцвечивания композиции, пунктирные соответствуют возвращению цвета при нагреве на горизонтальную линию с координатами цвета исходной композиции.

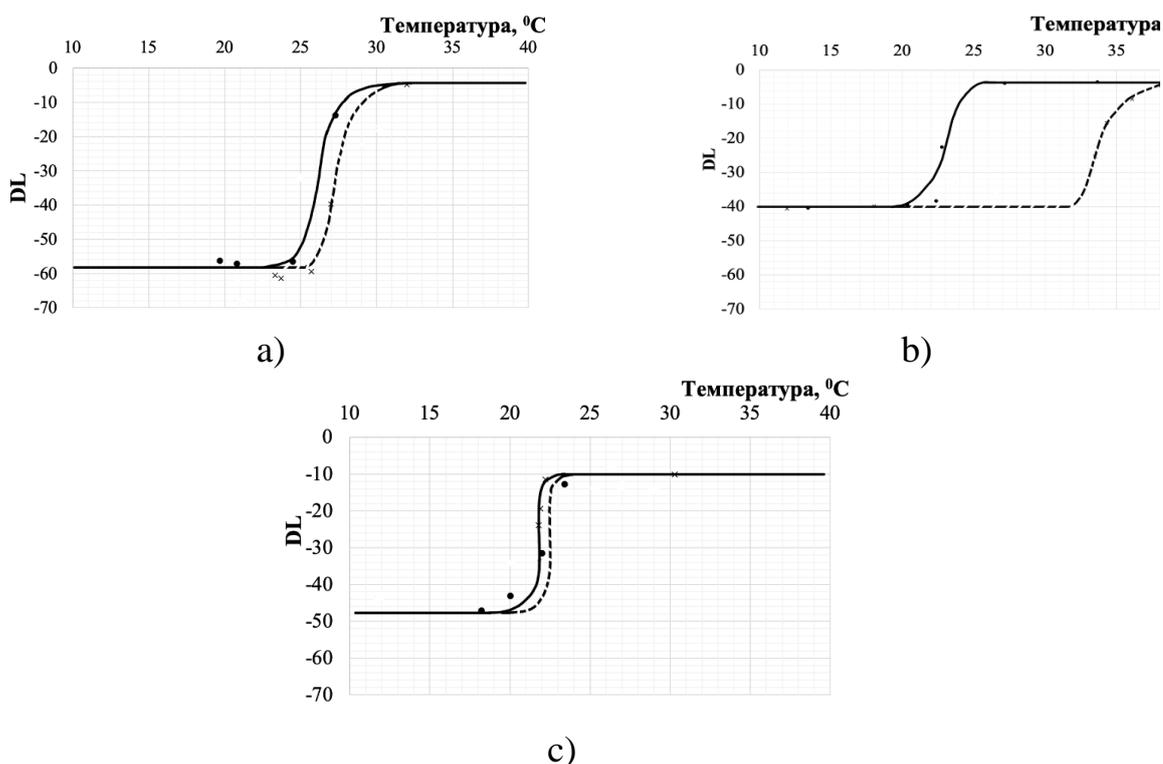


Рис. 1. Зависимость DL от температуры для термохромных композиций CLV:проявитель:DD (1:2:100) для проявителей а) ВРА; б) А; в) В; в режиме «нагрев (сплошная линия) – охлаждение (пунктир)».

При сравнении кривых на рис. 1а-с можно видеть, что исследуемые проявители, при одинаковых прочих условиях, дают разные характеристики относительной цветовой интенсивности, о которых можно судить по ординатам нижних горизонтальных линий: бисфенол имеет несколько бóльшую интенсивность окраски и соответственно ее изменения при цветовом переходе в процессе нагрева, чем два других исследованных проявителя. Порядок уменьшения интенсивности термохромного перехода следующий: бисфенол > апротонный проявитель > производное тетразола.

Можно отметить и разную ширину петли гистерезиса (различие в температурах достижения одного цвета в циклах нагревания и охлаждения): наибольшее различие температур наблюдается у композиции с тетразолом (до 10 °С), у бисфенола оно составляет 1-2 °С, у апротонного проявителя 1 °С. Следует заметить, что ширина петли гистерезиса сложным образом зависит не только от природы проявителя, но и от его количества. Так, на рис. 2 приведена соответствующая зависимость координат цвета от температуры для системы с апротонным проявителем, содержание которого уменьшено в 4 раза. При этом мы наблюдаем увеличение ширины петли гистерезиса, хотя сами значения DL практически не изменились в сравнении с кривой на рис. 1с, где проявителя больше по количеству. Наличие петли гистерезиса (температурное отставание возвращения окраски в режиме охлаждения) следует учитывать на практике при разработке того или иного ассортимента материалов с термохромным эффектом.

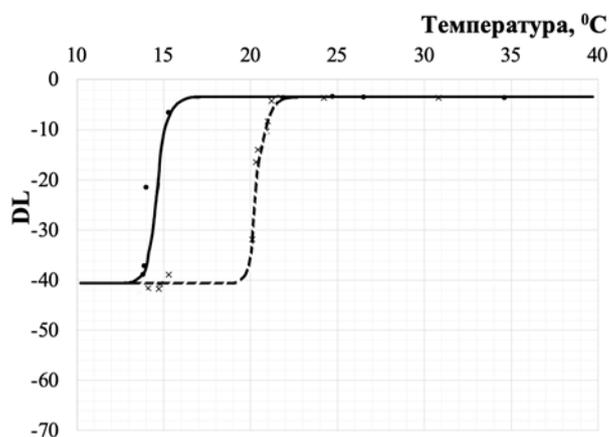


Рис. 2. Зависимость DL от температуры для термохромной композиции CLV:B:DD при соотношении 1:0,5:100 в режиме «нагрев (сплошная линия) – охлаждение (пунктир)»

*Влияние количества проявителя на термохромный эффект композиций на основе кристаллического лактона фиолетового*

Численно термохромный эффект можно рассчитать, как разницу dDL между значениями DL обеих горизонтальных линий на графиках, соответствующих крайним координатам цвета окрашенной и обесцвеченной композиции. На рис. 3 приведены диаграммы, описывающие изменение значений dDL при увеличении содержания проявителя тетразола в композиции. Можно видеть, что соотношение краситель:проявитель увеличивается до максимума при увеличении относительного содержания проявителя.

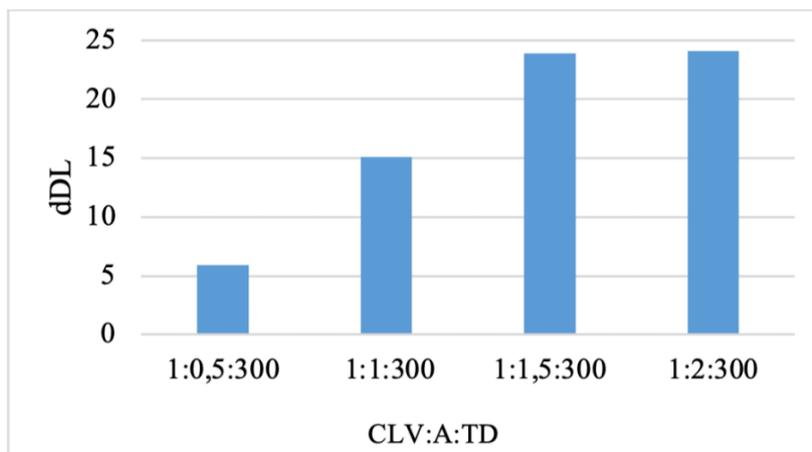


Рис. 3. Значения dDL для термохромной композиции CLV:A:TD для разных концентраций проявителя

Но при дальнейшем увеличении относительного содержания проявителя численные характеристики термохромного эффекта начинают уменьшаться, что наблюдается на рис. 4 для апротонного проявителя с растворителем 1-додеканолом, причем после достижения максимальных значений dDL они начинают снижаться, то есть видимый термохромный эффект становится все менее интенсивным (менее выраженным). Можно полагать, что существует оптимальное соотношение красителя и проявителя для каждой пары «краситель – проявитель», обеспечивающее максимально возможный для данной композиции термохромный эффект в зависимости от механизма взаимодействия в паре, и дальнейшее увеличение содержания проявителя влияет негативно на результат.

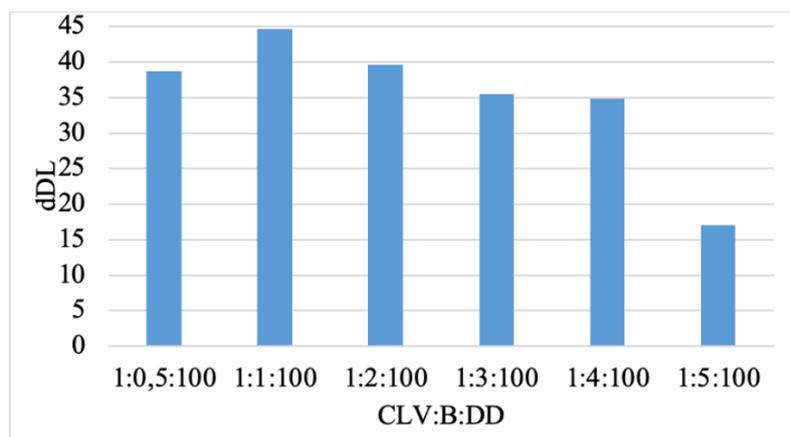


Рис. 4. Значения dDL для термохромной композиции CLV:B:DD для разных концентраций проявителя

*Влияние количества растворителя на термохромный эффект композиций на основе кристаллического лактона фиолетового*

Растворитель термохромной композиции подбирается с учетом необходимой температуры цветового перехода. Неактивированная композиция представляет собой твердое вещество, и взаимодействие в паре краситель:проявитель и ее цветовой переход обеспечивается при расплавлении растворителя. При этом становится возможным межмолекулярный или межчастичный контакт и соответствующий тип взаимодействия между компонентами. Однако, количество растворителя закономерно влияет на оттенок цвета (являясь, в том числе, разбавителем системы), и, возможно, на характеристики термохромного эффекта. Последнее предположение подтверждает диаграмма на рис. 5.

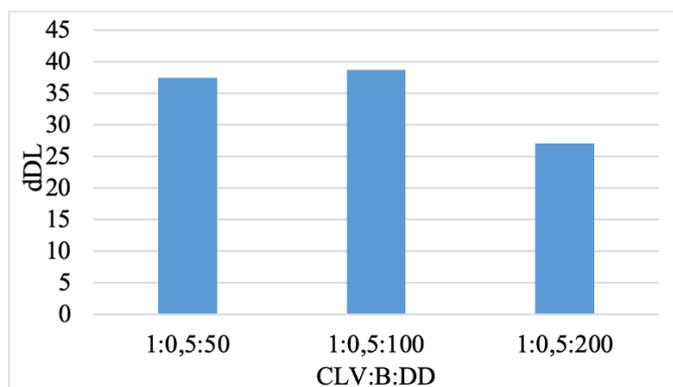


Рис. 5. Значения dDL для термохромной композиции CLV: B:DD для разных концентраций проявителя

Необходимо отметить, что изменение количества растворителя в представленной на рис. 5 термохромной системе имеет оптимум, когда его в 100 больше чем красителя, после чего дальнейшее увеличение его относительного содержания сказывается негативно на термохромном эффекте.

На рис. 6 приведена фотография микрокапсул композиции с оболочкой из мочевиноформальдегидной смолы со средним диаметром 1 мкм.

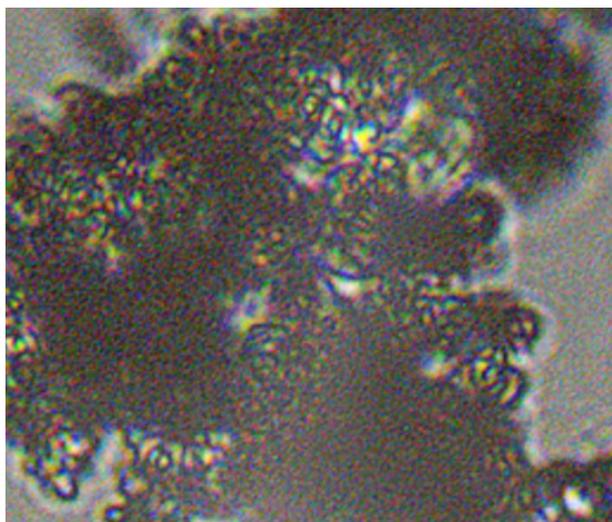


Рис. 6. Фотография термохромных микрокапсул под микроскопом с увеличением x200

Полимерная оболочка делает микрокапсулы гидрофобными и нерастворимыми в водных системах. Такие микрокапсулированные термохромные композиции могут быть использованы в качестве отделочных средств при производстве волокнистых текстильных материалов. Их фиксируют на поверхности материала в процессе заключительной отделки (посредством распыления, пропитки, печати), применяя для их фиксации на волокне термореактивные смолы акрилового, полиуретанового, силиконового и других типов или препараты на основе крахмала. Следует упомянуть и возможность введения порошка микрокапсул непосредственно в процессе синтеза или переработки волокнообразующего полимера через растворы [6] или расплавы [7, 8]. Такие волокна обладают необходимыми термохромными уже до получения из них текстильного материала.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Sriphal S., Saenkham A., Chaodongbung T., Wannoo B. Reversible coloring/decoupling reactions of thermochromic leuco dyes controlled by a macrocyclic compound developer // *Struct. Chem.* 2022. 33. P. 1085–1095.
2. Sashina E.S., Mikhailovskaya A.P., Bakaeva M.A., Kuleshova A.Yu. Thermochromic polymers, fibers and materials: production and properties // *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti.* 2023. 5. P. 20–29.
3. Aklujkar P.S., Kandasubramanian B. A review of microencapsulated thermochromic coatings for sustainable building applications // *J. Coat. Technol. Res.* 2021. 18. 19–37.
4. Термохромная пигментная композиция. Патент RU 2813709. Заявл. 16.05.2023, опубл. 15.02.2024.
5. International Commission on Illumination. Recommendations on uniform color spaces, color-difference equations, psychometric color terms. Publ. C.I.E., 1978.
6. Sashina E.S., Beklyamishchev M.O. Thermochromic cellulose films from solutions in ionic liquid // *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti.* 2022. 5. P. 134–139.
7. Sashina E.S., Yakovleva O.I., Vakulenko S.A. Mass dyeing of polyacrylonitrile by thermochromic dyes // *Fibre Chemistry.* 2024. 1. P. 1–5.
8. Сашина Е.С., Хандобина К.М., Яковлева О.И. Получение и свойства термохромных пленок полиакрилонитрила из растворов в диметилформамиде // *Химические волокна.* 2024. 3. С. 60–62.

**ТАМОЖЕННЫЕ АСПЕКТЫ ИМПОРТА ПО 55 ТОВАРНОЙ ГРУППЕ ДЛЯ  
УДОВЛЕТВОРЕНИЯ НУЖД НАЦИОНАЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

**CUSTOMS ASPECTS OF IMPORTS OF GOODS 55 COMMODITY GROUP TO MEET  
THE NEEDS OF NATIONAL INDUSTRY**

М.С. Бачуркина, Э.В. Ковалева

M.S. Bachurkina, E.V. Kovaleva

Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова (Москва)

Plekhanov Russian University of Economics (Moscow)

E-mail: Kovaleva.EV@rea.ru, Bachurkina.MS@rea.ru

Нетканые материалы становятся все более востребованными в различных отраслях промышленности, однако, у отечественных производителей возникают некоторые трудности, обусловленные преимущественно дефицитом качественного сырья для производства, возникшим в связи с санкционной политикой многих государств и прекращению поставок на российский рынок, вследствие чего приходится приостанавливать выпуск ряда видов продукции, оперативно находить альтернативы. В статье рассмотрены основные особенности нетканых материалов, сферы их применения, таможенные аспекты импорта ресурсов – товаров 55 товарной группы ТН ВЭД ЕАЭС, а также перспективы решения проблем индустрии химических волокон в Российской Федерации и Евразийском экономическом союзе.

**Ключевые слова:** нетканые материалы; химические волокна; импорт; национальная промышленность; проблемы; импортозамещение; технический текстиль; дефицит сырья

Nonwovens are increasingly in demand in various industries, however, domestic producers have some difficulties due mainly to the shortage of quality raw material for production, the sanctions policies of many states and the disruption of supplies to the Russian market, as a result of which they have led to a halt in production of certain products, find alternatives quickly. The article considers main features of non-woven materials, their scope of application, customs aspects of import of resources - goods of 55 commodity group of Commodity Nomenclature of EAEU, as well as prospects for solving problems of chemical fiber industry in the Russian Federation and Eurasian Economic Union.

**Keywords:** nonwovens; chemical fibres; imports; national industry; problems; import substitution; technical textiles; raw material shortages

Легкая промышленность для большинства государств является стратегически важной отраслью производства, так как именно она обеспечивает население продукцией массового потребления и специального и технического назначения. На сегодняшний день все большую актуальность приобретает развитие индустрии нетканых материалов из химических волокон, что связано с возможностью использования для производства вторичного сырья и более низкой себестоимостью готовой продукции по сравнению тканью и трикотажем ввиду более короткого производственного цикла.

Для начала уделим внимание теоретическому аспекту. В силу весьма широкого терминологического определения в данной статье мы рассматриваем «нетканые материалы» как синтетические текстильные полотна (тканеподобные) высокой прочности, которые изготавливаются путем организации взаимосвязи между двумя волокнами с помощью методов склеивания или спекания химических волокон. Нетканые материалы целесообразно рассматривать как сплошную среду, имеющую волокнистое строение и пористую структуру [1, с. 167]. Различные технологии производства позволяют придавать полотнам уникальные свойства в зависимости от назначения и цели дальнейшего использования. Такие материалы находят применение в производстве спектра товаров – например, из них производят средства гигиены и индивидуальной защиты, утеплители для верхней одежды и непосредственно саму верхнюю одежду, спальные мешки, укрывные материалы для сельского хозяйства, строительные утеплители и многое другое. В мировом потреблении волокон в техническом текстиле на долю химических волокон приходится около 83% [2], что подтверждает

необходимость уделить особое внимание развитию отрасли синтетических нетканых материалов.

За последние несколько лет по данным исследований маркетингового агентства ROIF Expert российский рынок нетканых материалов характеризуется положительной динамикой изменения объемов производства и наращиванием потенциала – например, за 2023 год наблюдалось колоссальное увеличение на 2,3 млрд долларов США [3]. Однако, существует ряд проблем, которые усложняют задачи организации производства для отечественных производителей.

Наиболее весомой является проблема дефицита сырья по целому спектру артикулов импортируемых синтетических волокон. В связи с санкционной политикой ряда государств, применяемой по отношению к Российской Федерации, мировые лидеры по производству высокотехнологичных огнестойких, дугостойких, терморегулируемых волокон, микроволокон покинули российский рынок, а китайские аналоги, к сожалению, не способны заместить их по качеству. Полипропиленовыми и полиамидными волокнами внутренний рынок обеспечен, чего нельзя сказать о полиэфирных, наиболее востребованных в различных отраслях - собственного производства первичных ПЭТФ-волокон, необходимых для нетканой промышленности, в России нет.

На сегодняшний день дефицит волокна наиболее остро ощущается по товарам с кодом 5503200000 согласно ТН ВЭД ЕАЭС, который включает в себя такие позиции:

- волокно мат. полое 3х;
- волокно ПЭ PSF 7Dx64mm HCNS;
- волокно ПЭ PSF 4,0Dx51mm LMF;
- волокно ПЭ PSF 7Dx32, силиконизированное;
- волокно ПЭ PSF 3Dx64mm NS;
- волокно ПЭ 7Dex64mm HC.

Кроме это, потребность существует в вискозном (огнестойкая вискоза 3Dex60 mm) и модакриловом волокне (5Dex51 mm). Данная ситуация обусловлена тем, что большинство разновидностей данного сырья являются безальтернативными, не имеющими аналогов – к примеру, венгерские и японские материалы с добавленными свойствами, вследствие прекращения поставок которых отечественным производителям нетканых материалов пришлось приостановить выпуск ряда позиций.

Стоит отметить, что к ряду субпозиции товарной позиции 5503 ТН ВЭД ЕАЭС (Волокна синтетические, не подвергнутые кардо-, гребнечесанию или другой подготовке для прядения) была временно установлена нулевая ставка ввозной таможенной пошлины, что, к сожалению, не решило проблему нехватки ресурсов для производства и не поспособствовало организации импортозамещения данной категории товаров [4]. Следовательно, было бы целесообразно продлить действие ставки 0% по отношению к данной категории сырья для обеспечения национальных производителей нетканых материалов необходимыми волокнами. Организация отечественных импортозамещающих мощностей в данном контексте является одним из важнейших вопросов, так как из нетканых материалов изготавливаются не только товары для массового и потребления, но и продукция специального назначения, используемая для решения задач Минобороны, МВД Российской Федерации, «Росатома», «Роскосмоса», авиастроения и других ведомственных структур, в связи с чем необходимо привлечение внимания государственных органов для решения проблемы дефицита волокон с добавленными свойствами и такими характеристиками, которые не рассматриваются для перспективного изготовления на территории РФ, например, микроволокон, относительно которых около 10 лет идёт отраслевая полемика по проблемам стандартизации [5].

Проблема импортозамещения и обеспечения технологического суверенитета была затронута на III Евразийском экономическом форуме, который прошел 30 сентября – 1 октября в Ереване – на панельных дискуссиях обсуждались возможности промышленной кооперации государств-членов интеграционного объединения и локализации производства в

приоритетных для Союза направления, а также специального участника - Ирана, обладающего крупными мощностями по выпуску полиэфирных волокон. В рамках заседания Евразийского межправительственного совета, который проходил на полях Форума, главами Правительств был одобрен такой важный документ, как Решение Евразийского межправительственного совета от 01.10.2024 N 2 "Об Основных направлениях промышленного сотрудничества в рамках Евразийского экономического союза до 2030 года". Нормативный акт содержит основные векторы взаимодействия государств-членов Союза в сфере промышленного производства, а также в Приложениях представлены Перечень приоритетных видов экономической деятельности для промышленного сотрудничества в рамках ЕАЭС, куда вошла химическая промышленность, и Перечень чувствительных товаров, приоритетных для промышленного сотрудничества в рамках ЕАЭС, который в блоке товаров легкой промышленности включает в себя нити и волокна химические (товарные позиции 5501-5504 ТН ВЭД ЕАЭС) и нетканые материалы (товарные позиции 5602, 5603 ТН ВЭД ЕАЭС) [6]. Следовательно, в перспективе возможно создание и развитие промышленного производства качественных полиэфирных волокон совместными усилиями государств-членов ЕАЭС и впоследствии ликвидация дефицита на внутреннем рынке. Данные вопросы находятся на стыке с проблемами парка технологий и оборудования (также не производится в РФ) для изготовления нетканых материалов, ввоза оборудования [7], параллельного импорта.

Более детально внимание проблемам и вызовам в индустрии нетканых материалов, в том числе таможенному регулированию и стандартизации, уделялось на Международном форуме технического текстиля (август, 2024), в рамках которого обсуждалась целесообразность организации крупнотоннажного производства волокон для технического текстиля в России, вопросы ресурсобеспечения данной отрасли промышленности и стимулирования инноваций на государственном уровне с целью импортозамещения утраченных каналов поставок качественного сырья, необходимого отечественным производителям, а также более четкого регулирования импорта по 55 товарной группе.

Так как спрос на синтетические нетканые материалы, в особенности, из ПЭТФ-волокон, непрерывно растет в связи с их универсальностью в применении, данная отрасль промышленности является перспективным направлением развития национального производства, в связи с чем острая проблема сырьевого дефицита в данном секторе требует к себе особого внимания и незамедлительного решения не только со стороны бизнеса, но и на государственном уровне.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Трещалин, Ю. М. Физика нетканых материалов. Издательство «БОС». Москва, 2016. С.167.
2. Интернет-портал «Российской газеты» - Дефицит химических волокон сдерживает развитие легкой промышленности, 06.03.2024 [Электронный ресурс] / www.rg.ru – Электрон. дан. – Режим доступа: URL: <https://rg.ru/2024/03/06/vyjti-v-poliefir.html> (дата обращения: 30.09.2024)
3. SBlogs.ru, блог Маркетингового агентства ROIF Expert - 2024: Обзор российского рынка нетканых материалов (с товарными группами) показывает колоссальный + 2,3 млрд. рост, 02.07.2024 [Электронный ресурс] / www.sostav.ru – Электрон. дан. – Режим доступа: URL: <https://www.sostav.ru/blogs/32702/47986?ysclid=m1xkgdknva995183603> (дата обращения: 30.09.2024)
4. Решение Совета Евразийской экономической комиссии от 14.09.2021 N 80 (ред. от 06.09.2024) "Об утверждении единой Товарной номенклатуры внешнеэкономической деятельности Евразийского экономического союза и Единого таможенного тарифа Евразийского экономического союза, а также об изменении и признании утратившими силу некоторых решений Совета Евразийской экономической комиссии" (с изм. и доп., вступ. в силу с 06.10.2024) [Электронный ресурс] // Справочно-правовая система «Консультант-

- Плюс» Режим доступа:  
[https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_397176/?ysclid=m1xvxc9wta632966247](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_397176/?ysclid=m1xvxc9wta632966247)  
(дата обращения: 30.09.2024)
5. Лисаневич, М. С. Исследование влияния микроволокон на показатели воздухопроницаемости и суммарного теплового сопротивления объемных нетканых материалов / М. С. Лисаневич, Е. В. Мезенцева, В. Ю. Мишаков // Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоемкие технологии и материалы (SMARTEX). – 2021. – № 1. – С. 242-244.
6. Решение Евразийского межправительственного совета от 01.10.2024 N 2 "Об Основных направлениях промышленного сотрудничества в рамках Евразийского экономического союза до 2030 года" [Электронный ресурс] // Справочно-правовая система «Консультант-Плюс»  
Режим доступа:  
[https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_487283/cb616d5641628cac03e8254822a505dc36fb3124/?ysclid=m1xhuq45kkm112742824](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_487283/cb616d5641628cac03e8254822a505dc36fb3124/?ysclid=m1xhuq45kkm112742824) (дата обращения: 30.09.2024)
7. Федорова, Т. А. Основы производства и оборудование для изготовления нетканых материалов: Учебник / Т. А. Федорова, И. Н. Мусин. – Старый Оскол: ООО "Тонкие наукоемкие технологии", 2024. – 388 с.

## О СПОСОБАХ ЗАЩИТЫ ДОШКОЛЬНЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ ОТ ПОРАЖЕНИЯ КАССЕТНЫМИ БОЕПРИПАСАМИ

### ON WAYS TO PROTECT PRESCHOOL EDUCATIONAL INSTITUTIONS FROM CLUSTER MUNITION DAMAGE

А.А. Белякова<sup>1</sup>, Р.Р. Аллямов<sup>1</sup>, Д.А. Шустов<sup>2</sup>, А.Р. Дашевский<sup>1</sup>  
A.A. Belyakova<sup>1</sup>, R.R. Allymov<sup>1</sup>, D.A. Shustov<sup>2</sup>, A.R. Dashevsky<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

<sup>2</sup>Муниципальное бюджетное дошкольное образовательное учреждение «Детский сад № 1»

<sup>1</sup>Ivanovo Fire Rescue Academy of State Firefighting Service of Ministry of Russian Federation for  
Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters

<sup>2</sup>Municipal budgetary preschool educational institution "Kindergarten No. 1"

E-mail: [Roastedhare56@mail.ru](mailto:Roastedhare56@mail.ru), [harley-davison47@mail.ru](mailto:harley-davison47@mail.ru), [shustov.dm@yandex.ru](mailto:shustov.dm@yandex.ru),  
[darspok@mail.ru](mailto:darspok@mail.ru)

В рамках работы рассматриваются методы инженерно-технической защиты дошкольных образовательных учреждений на случай атак кассетными боеприпасами. Дошкольные образовательные учреждения, являющиеся местами массового скопления детей, нуждаются в специализированных подходах для минимизации рисков и обеспечения безопасности. Кассетные боеприпасы представляют собой серьезную угрозу для дошкольных образовательных учреждений. Создание многоуровневой системы инженерно-технической защиты, включающей как физические барьеры, так и современные технологии оповещения и нейтрализации угроз, существенно повышает безопасность детей и сотрудников.

Ключевые слова: кассетные боеприпасы, городская черта, защищенность, специализированные материалы, наноструктурная оксидная керамика.

The work examines methods of engineering and technical protection of preschool educational institutions in case of attacks by cluster munitions. Preschool educational institutions, which are places of mass gathering of children, require specialized approaches to minimize risks and ensure safety. Cluster munitions pose a serious threat to preschool educational institutions. The creation of a multi-level system of engineering and technical protection, including both physical barriers and modern technologies of warning and neutralization of threats, significantly increases the safety of children and employees.

Keywords: cluster munitions, urban limits, security, specialized materials, nanostructured oxide ceramics.

Кассетные боеприпасы, наиболее распространенной комплектации, содержат в своем составе боевую часть, оснащенную донным средством инициирования и стабилизатором с раскрывающимися лопастями, являясь одним из видов боевых средств, предназначены для поражения живой силы, техники и объектов инфраструктуры на обширной территории. Они предназначены для поражения определённого спектра целей, в городской черте наиболее ориентированного на малоэтажные здания, такие как дошкольные учреждения. В силу свойства комплектоваться множеством малых боеприпасов, которые выводятся над целью, что значительно увеличивает зону поражения, кассетные боеприпасы являются особенно опасными для таких уязвимых объектов, как дошкольные образовательные учреждения, где может находиться большое количество людей. Эти боеприпасы могут срабатывать как при падении на поверхность, так и после заглупления в преграду, что делает их особенно опасными для объектов, не оснащенных инженерно-техническими средствами защиты.

Каждый боеприпас содержит несколько элементов, включая блокировочное чековое устройство, контролирующее инициирование. Система доставки таких боеприпасов в городской черте может варьироваться от разовых бомбовых кассет, доставляемых ручным

способом до боевых частей беспилотных летательных аппаратов, что требует продуманных мер предосторожности и защиты.

В качестве наиболее доступного и надежного метода обеспечения защищенности зданий и сооружений дошкольных образовательных учреждений, от атак кассетными боеприпасами, целесообразно рассмотреть установку дополнительных стяжек, распорок и каркасов, выполненных из специализированных материалов, которые обеспечивают необходимую термоциклическую стойкость и прочность. На основе математического моделирования методом возбудимых клеточных автоматов, а также полученных экспериментальных данных о структурно-фазовом состоянии и свойствах составных слоев многослойных теплозащитных покрытий [1], можно выделить основные принципы, которыми следует руководствоваться при конструировании защитных систем для зданий и сооружений дошкольных образовательных учреждений:

1. Ионная бомбардировка медной подложки: в качестве первого шага необходимо провести ионную бомбардировку поверхностного слоя медной подложки. Это позволит сформировать мелкоячеистую границу раздела, что существенно улучшит сцепление первого слоя покрытия с подложкой. Такие меры позволят повысить устойчивость и долговечность дополнительной защитной конструкции, что может иметь принципиальное значение в условиях потенциальных атак кассетными боеприпасами;

2. Функционирование верхнего слоя покрытия: Верхний слой должен обладать высокой адгезией к соседнему слою, а также способностью противостоять трещинообразованию. Важно, чтобы он не только предотвращал отслаивание, но и минимизировал риск появления мелких тангенциальных трещин в процессе термоциклирования. Эти требования помогут улучшить защитные свойства стяжек и каркасов, обеспечивая должный уровень безопасности, в случае если атака будет производиться кассетными боеприпасами, имеющими ярко выраженный эффект термовоздействия;

3. Укрепление материалами верхнего слоя покрытия: для создания верхнего слоя покрытия целесообразно использовать наноструктурную жаростойкую оксидную керамику на основе частично стабилизированного иттрием диоксида циркония. Этот материал выделяется своей глобулярной структурой, обладающей самой низкой теплопроводностью среди металлокерамических материалов и высокой окислительной стойкостью. Его способность противостоять трещинообразованию при термоциклировании и ударных воздействиях позволяет использовать его в качестве дополнительной защитной меры, при установке защитных каркасов на зданиях и сооружениях учреждений дошкольного образования.

Использование передовых технологий и материалов, таких как наноструктурная оксидная керамика, при современных методах проектирования в сочетании с тщательным планированием и реализацией конструктивных решений, позволит повысить уровень инженерно-технической защищенности объектов дошкольного образования от потенциальных атак с использованием кассетных боезарядов. Применение предложенных мероприятий по инженерно-технической защищенности объектов дошкольных образовательных учреждений, не только повысит уровень безопасности воспитанников и сотрудников [2], но и предостережет администрацию от уголовной ответственности предусмотренной Федеральным законом от 31.07.2023 № 398-ФЗ в соответствии с которым внесены изменения в Уголовный кодекс Российской Федерации и статью 151 Уголовно-процессуального кодекса Российской Федерации. В соответствии с указанными изменениями Уголовный кодекс Российской Федерации дополнен статьей 217.3 «Нарушение требований к антитеррористической защищенности объектов (территорий)»

Кассетные боеприпасы представляют собой серьезную угрозу для дошкольных образовательных учреждений. Создание многоуровневой системы инженерно-технической защиты, включающей как физические барьеры, так и современные технологии их изготовления, с применением специализированных материалов в их составе, существенно

повышает безопасность воспитанников и сотрудников [3]. Обеспечение безопасности дошкольных образовательных учреждений требует комплексного подхода, включающего как технологические, так и конструктивные меры. Устойчивость к угрозам, связанным с кассетными боеприпасами, может быть достигнута через упреждающее укрепление конструкций зданий и сооружений и оптимизацию технологических процессов производства укрепляющих материалов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Поверхностные слои и внутренние границы раздела в гетерогенных материалах. / Под ред. В.Е. Панина. Новосибирск: изд. СО РАН. 2006. 520 с. // Сергеев В.П. Модификация поверхностных слоев высокопрочных сталей композиционными ионными пучками. Глава 10. Раздел 10.2. С.363-383; Вакуумное магнетронное осаждение нанокристаллических покрытий с ионной бомбардировкой. Глава 11. Раздел 11.1. С.384-403;
2. Аллямов, Р. Р. Правовое регулирование профилактических визитов по охране труда / Р. Р. Аллямов, А. В. Бельцева // Научные достижения и разработки современности: проблемы, пути совершенствования : материалы XIX Всероссийской научно-практической конференции, Ростов-на-Дону, 25 августа 2023 года / Автономная некоммерческая организация «Национальный исследовательский институт дополнительного профессионального образования» (АНО «НИИ ДПО»). – Ростов-на-Дону: Общество с ограниченной ответственностью "Издательство "Манускрипт", 2023. – С. 56-57. – EDN UVISAX;
3. Горский, В. Е. Проблемы использования государственно-частного партнерства для решения вопросов обеспечения безопасности / В. Е. Горский, С. В. Горинова // Актуальные вопросы организации управления в РСЧС : Сборник научных трудов, Иваново, 28 февраля 2022 года. Том Выпуск 7. – Иваново: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ивановская пожарно-спасательная академия Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий», 2022. – С. 177-182. – EDN ЕЕКМММ.

## **ОПТИМИЗАЦИЯ ЛОГИСТИКИ ПОСТАВКИ ШВЕЙНЫХ ИЗДЕЛИЙ НА МАРКЕТПЛЕЙСЫ**

### **OPTIMIZATION OF DELIVERIES LOGISTICS OF SEWING PRODUCTS TO MARKETPLACE**

А.С. Белякова, О.В. Метелева

A.S. Belyakova, O.V. Meteleva

Ивановский государственный политехнический университет

Ivanovo State Polytechnic University

E-mail: aleksandra.belyakova.97@mail.ru,omet07@yandex.ru

Представлены результаты работы по созданию программного обеспечения, разработанного на базе программы «1С: Предприятие 8. УНФ». Оно позволяет автоматизировать заключительные операции производства продукции на швейном предприятии – важный этап функционирования швейного производства. Разработаны мероприятия по совершенствованию контроля завершения и сбора товаров для отправки на маркетплейсы.

**Ключевые слова:** готовая продукция; оптимизация; маркетплейс; программное обеспечение; продажи.

The results of work on the creation of software developed on the basis of the "1С: Enterprise 8. UNF" program. It allows you to automate the final operations of production at a sewing enterprise – an important stage in the functioning of the garment industry. Measures have been developed to improve the control of the completion and collection of goods for shipment to marketplaces.

**Keywords:** finished products; optimization; marketplace; software; sales.

Важный этап технологической цепочки производства швейных изделий – это реализация продукции. Для осуществления продажи товаров на маркетплейсе продавец должен выбрать модель организации такой работы FBO или FBS [1, 2]. FBO (FulfillmentbyOperator, доставка со склада маркетплейса) – модель, при которой продавец упаковывает, маркирует и отвозит партию товара на склад маркетплейса. FBS (FulfillmentbySeller, доставка со склада продавца) – формат работы, при котором продавец хранит товар на собственном складе. С точки зрения маркетплейсов скорость доставки – важный критерий выбора для потребителя, поэтому часто лучшие места занимают товары на ближайшем к заказчику складе.

Систематизировать и автоматизировать бизнес-процесс логистики реализации продукции можно поэтапно. Совместно с компанией CreativeWave разработан комплекс программ CW-склад, в которую включены такие модули как: статистика продаж и прибыльность по заказам, товарам, направлениям деятельности; контроль денежных потоков и взаиморасчетов с покупателями, поставщиками; учет доходов, расходов и анализ финансового результата работы компании. Благодаря внедрению автоматизации точность данных об остатках товаров и местоположении увеличивается на 99,9%. У сотрудников повышается производительность труда до 35% для большинства операций и до 150% при инвентаризации [3]. В таблице 1 и 2 представлены электронные формы для организации работы соответственно сборщика и менеджера по отгрузке товара.

На швейном предприятии по изготовлению верхней трикотажной одежды оптимизирована логистика отгрузки швейных изделий на основе использования автоматизированной системы CW-склад.

Таблица 1

## Электронная форма «Задание на сборку товара»

Ссылка	Дата ↓	Маркетплейс	№ Поста...	Поставка
Задание на сборку товаров	02.04.2024 9:1...	Wildberries	WB-GI-81...	FBS
Задание на сборку товаров	02.04.2024 10:...	Wildberries	WB-GI-81...	FBS
Задание на сборку товаров	02.04.2024 10:...	Wildberries	WB-GI-81...	FBS
Задание на сборку товаров	02.04.2024 12:...	Wildberries	WB-GI-81...	FBS
Задание на сборку товаров	02.04.2024 12:...	Wildberries		FBO
Задание на сборку товаров	02.04.2024 14:...	Wildberries		FBO
Задание на сборку товаров	02.04.2024 14:...	Wildberries		FBO
Задание на сборку товаров	02.04.2024 14:...	Ozon		FBS
Задание на сборку товаров	02.04.2024 14:...	Ozon		FBS
Задание на сборку товаров	02.04.2024 14:...	Ozon		FBS
Задание на сборку товаров	02.04.2024 14:...	Ozon		FBS
Задание на сборку товаров	02.04.2024 14:...	Wildberries	WB-GI-81...	FBS
Задание на сборку товаров	02.04.2024 17:...	Wildberries		FBO
Задание на сборку товаров	03.04.2024 9:0...	Wildberries	WB-GI-81...	FBS
Задание на сборку товаров	03.04.2024 9:0...	Wildberries	WB-GI-81...	FBS

Таблица 2

## Электронная форма «Формирование задания поставки»

Статус поставки	Производитель (Бренд)	Статус задания	%	Ответственный
ЗАКРЫТАЯ	ИП Ш:	Товар собран	100	Александр Шув:
ЗАКРЫТАЯ	ИП О:	Товар собран	100	Александр Шув:
ЗАКРЫТАЯ	ИП Б:	Товар собран	100	Александр Шув:
ЗАКРЫТАЯ	ИП Б:	Товар собран	100	Александр Шув:
НЕОПРЕДЕЛЕНО	ИП Я:	Принят в работу		Менеджер Юпи:
НЕОПРЕДЕЛЕНО	ООО:	Принят в работу		Менеджер Юпи:
НЕОПРЕДЕЛЕНО	ИП Л:	Принят в работу		Менеджер Юпи:

Начать работу со складом по системе CW-склад можно, выгрузив отчет с маркетплейса (например, Wildberries в удобном формате (таблица 1)). Такой отчет загружается в программу CW-склад, включая в себя наименование, размеры, цвета, габариты и т.д. Продавец должен создать документ «Ожидаемый приход», поставить товар на склад компании «Creative-wave», после приёма товара на склад получить документ «Акт расхождения» и (или) «Акт ответа на хранение» [4]. Поставщик (производитель) составляет заявку на поставку в личном кабинете маркетплейса, где указывает сколько товаров, когда и на какой склад привезёт.

Продавец запрашивает услуги по печати этикеток для маркировки товаров и поставки, упаковки продукции и формирования паллет согласно правилам площадки, оформляет пропуск для водителя. Товар доставляется на выбранный склад. После приемки товаров их карточки появляются в каталоге маркетплейса, и покупатели могут делать заказы. Далее поставками управляют сотрудники складов, при этом продавцу не нужно упаковывать и отправлять каждую вещь отдельно, но можно в оперативном формате следить за продажами и своевременно пополнять склад, чтобы не упустить покупателей. Вместо создания поставки предприятие указывает, где расположен его склад и сколько остатков каждого товара доступно. Но при использовании программы CW-склад сведения об остатках товаров обновляются регулярно автоматически (таблица 3), общие на все торговые площадки. При заказе товара на маркетплейсе данные поступают в программу автоматически [5, 6], формируя оперативный отчет для продавца (производителя). Если количество остатков

уменьшилось по другой причине (например, часть партии продана по другому каналу), при использовании услуг CW-склад не нужно вводить новые цифры вручную.

Таблица 3

Отчет об ассортименте (номенклатуре) товара с маркетплейса (вид отчета после выгрузки на компьютер)

Бренд	Артикул продавца	Артикул WB	Размер	Баркод	Объем,	
					л.	Комплекции
Стильно и точка	Лапша/Лапша/бежевый	173274533	44	4657	4,5	95% п/э, 5% эластан
Стильно и точка	Лапша/Лапша/бежевый	173274533	46	4657	4,5	95% п/э, 5% эластан
Стильно и точка	Лапша/Лапша/бежевый	173274533	48	4657	4,5	95% п/э, 5% эластан
Стильно и точка	Макси/Макси/Черный	189307703	46	4657	3,15	хлопок 73%, п/э 22%, эластан 5%
Стильно и точка	Макси/Макси/Черный	189307703	48	4657	3,15	хлопок 73%, п/э 22%, эластан 5%
Стильно и точка	Рубчик/розовый	191015399	44	4657	2,5	70 % п/э, 25% вискоза, 5% эластан
Стильно и точка	Лапша/Лапша/бежевый	173274533	50	4657	4,5	95% п/э, 5% эластан
Стильно и точка	Лапша/Лапша/василек	198199093	50	4657	4,2	95% п/э, 5% эластан
Стильно и точка	Рубчик/розовый	191015399	46	4657	2,5	70 % п/э, 25% вискоза, 5% эластан
Стильно и точка	Рубчик/розовый	191015399	48	4657	2,5	70 % п/э, 25% вискоза, 5% эластан
Стильно и точка	Лапша/Лапша/василек	198199093	44	4657	4,2	95% п/э, 5% эластан
Стильно и точка	Лапша/Лапша/василек	198199093	46	4657	4,2	95% п/э, 5% эластан
Стильно и точка	Лапша/Лапша/василек	198199093	48	4657	4,2	95% п/э, 5% эластан
Стильно и точка	Акация/черный	198250558	44	4657	1,88	хлопок 95%, эластан 5%
Стильно и точка	Акация/черный	198250558	50	4657	1,88	хлопок 95%, эластан 5%
Стильно и точка	Акация/серый	198250560	50	4657	1,88	хлопок 95%, эластан 5%
Стильно и точка	Акация/черный	198250558	46	4657	1,88	хлопок 95%, эластан 5%
Стильно и точка	Акация/черный	198250558	48	4657	1,88	хлопок 95%, эластан 5%
Стильно и точка	Акация/серый	198250560	44	4657	1,88	хлопок 95%, эластан 5%
Стильно и точка	Акация/серый	198250560	46	4657	1,88	хлопок 95%, эластан 5%
Стильно и точка	Акация/серый	198250560	48	4657	1,88	хлопок 95%, эластан 5%
Стильно и точка	Леди/черный	200238790	44	4657	2,25	70% п/э, 20% хлопок, 10% эластан
Стильно и точка	Леди/черный	200238790	46	4657	2,25	70% п/э, 20% хлопок, 10% эластан
Стильно и точка	Леди/черный	200238790	48	4657	2,25	70% п/э, 20% хлопок, 10% эластан
Стильно и точка	Макси/Макси/Черный	189307703	50	4657	3,15	хлопок 73%, п/э 22%, эластан 5%
Стильно и точка	Рубчик/розовый	191015399	50	4657	2,5	70 % п/э, 25% вискоза, 5% эластан

Таким образом, предприятие не получит заказы, которые невозможно выполнить.

Эта схема работает непрерывно: карточки публикуются на маркетплейсе, покупатели делают заказы. В личном кабинете предприятия-поставщика появляется уведомление о заказе. Оно запрашивает товар и его обработку у склада или делает это самостоятельно – упаковывает и маркирует товар. При самостоятельной обработке заказа этикеток используется большее количество, чем при работе по FBO, т.к. требуется также указать, к какому заказу относится каждый продукт. Предприятие, производящее швейную продукцию, доставляет товар в пункт приёма маркетплейса. Использование CW-склада сокращает время доставки (до 48 часов).

Таким образом, установлено, что организация логистики швейной продукции с помощью программы CW-склад это:

- скорость – сокращается время учета разнообразной продукции;
- точность – сокращается количество ошибок сотрудников, исключается влияние субъективного фактора на процесс учета;
- организация и автоматизация – после приемки продукции обеспечена однозначность места для хранения каждой единицы, это серьезно упрощает ориентирование на складе, учет и скорость сборки заказа.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Схема работы FBO [Электронный ресурс]. - URL:<https://docs.ozon.ru/global/fulfillment/fbo/fbo-scheme/?country=CN>
2. Как работать с маркетплейсами [Электронный ресурс]. - URL:<https://reklama.tochka.com/blog/fbo-ili-fbs>
3. Маркетинговое агентство Creative-Wave - URL:<https://creative-wave.ru/>
4. 1С – управление нашей фирмой [Электронный ресурс]. - URL:<https://v8.1c.ru/small.biz/>
5. Торговая площадка wildberries[Электронный ресурс]. - URL:<https://seller.wildberries.ru/about-portal/ru/>
6. Торговая площадка Ozon [Электронный ресурс]. - URL:<https://seller.ozon.ru/>

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ СОРБЦИИ БЕНТОНИТОМ СИНТЕТИЧЕСКИХ КРАСИТЕЛЕЙ РАЗНЫХ КЛАССОВ

### EFFICIENCY OF SORPTION OF SYNTHETIC DYES OF DIFFERENT CLASSES BY BENTONITE

Ф.А. Быков, А.О. Владимирцев, А.К.Шибанова, Е.Л. Владимирцева  
F.A. Bykov, A.O. Vladimirtsev, A.K. Shibanova, E.L. Vladimirtseva

Ивановский государственный химико-технологический университет  
Ivanovo State University of Chemistry and Technology  
E-mail: baiii1@mail.ru

В работе оценивается сорбционная активность природных минералов по отношению к синтетическим красителям различных классов: активным, прямым, дисперсным, пигментам. Лучшие результаты получены при отстаивании в присутствии бентонита пигментов. Растворы красителей других классов не удалось полностью обесцветить. Повысить эффективность удаления водорастворимых красителей из стоков с применением природного минерала удалось, закрепив его на волокнистой основе, также имеющей родство к извлекаемым красителям.

**Ключевые слова:** целлюлозное волокно, бентонит, краситель, сорбция

The work evaluates the sorption activity of natural minerals in relation to synthetic dyes of various classes: active, direct, dispersed, pigments. The best results were obtained when settling pigments in the presence of bentonite. Solutions of dyes of other classes could not be completely decolorized. It was possible to increase the efficiency of removing water-soluble dyes from wastewater using a natural mineral by fixing it on a fibrous base, which also has an affinity for the extracted dyes.

**Key words:** cellulose fiber, bentonite, dye, sorption

Текстильная промышленность, являясь частью мировой экономики, сталкивается с серьезными вызовами, одним из которых является очистка сточных вод (СВ).

Среди многообразия различных способов очистки СВ текстильных производств все большую популярность приобретают сорбционные процессы, как наиболее универсальные и доступные с технологической и экономической точек зрения. Для их реализации применяется широкий круг сорбентов. Одним из вариантов, достаточно часто применяемых для очистки как производственных стоков, так и других продуктов, являются алюмосиликаты. [1,2]. Они обладают большой удельной поверхностью и пористой структурой, что позволяет им эффективно поглощать различные загрязнения и токсичные вещества. Алюмосиликаты химически инертны, устойчивы к воздействию агрессивных сред и высоких температур, что облегчает их применение в широком диапазоне технологических параметров. Кроме того, глины являются распространенным природным материалом, что обуславливает их доступность и низкую стоимость по сравнению с синтетическими сорбентами. Отработанные минералы могут быть утилизированы без вреда для окружающей среды, а в некоторых случаях - регенерированы и использованы повторно, что снижает экономические затраты на очистку [2].

Обычно при изучении свойств сорбирующих материалов в качестве индикатора используют тиозиновый краситель метиленовый синий [3]. Диссоциируя в воде с выделением активного катиона, он легко поглощается монтмориллонитом не только на поверхности, но и в межслоевом пространстве. Проблема в том, что этот краситель практически не используется для крашения текстильных материалов. Поэтому применение его в качестве модельного соединения дает неполное представление об активности сорбентов по отношению к органическим красителям других классов. Основные и катионные красители, которые чаще всего применяются в качестве объектов для изучения сорбционной активности алюмосиликатов, в практических технологиях используют крайне редко.

В настоящее время на текстильных предприятиях чаще всего используются пигменты, активные и прямые красители, реже дисперсные. Исследования, проводимые на кафедре химической технологии волокнистых материалов Ивановского государственного химико-технологического университета, касаются возможности извлечения из сточных вод с применением природных глин именно этих красителей.

В работе оценивается сорбционная активность природных минералов по отношению к синтетическим красителям различных классов. Лучшие результаты были получены при использовании бентонита, минерала, обладающего слоистой структурой и высокой сорбционной активностью. На рисунке 1 представлено изменение оптической плотности дисперсий синтетических красителей с бентонитом при отстаивании в течение суток.

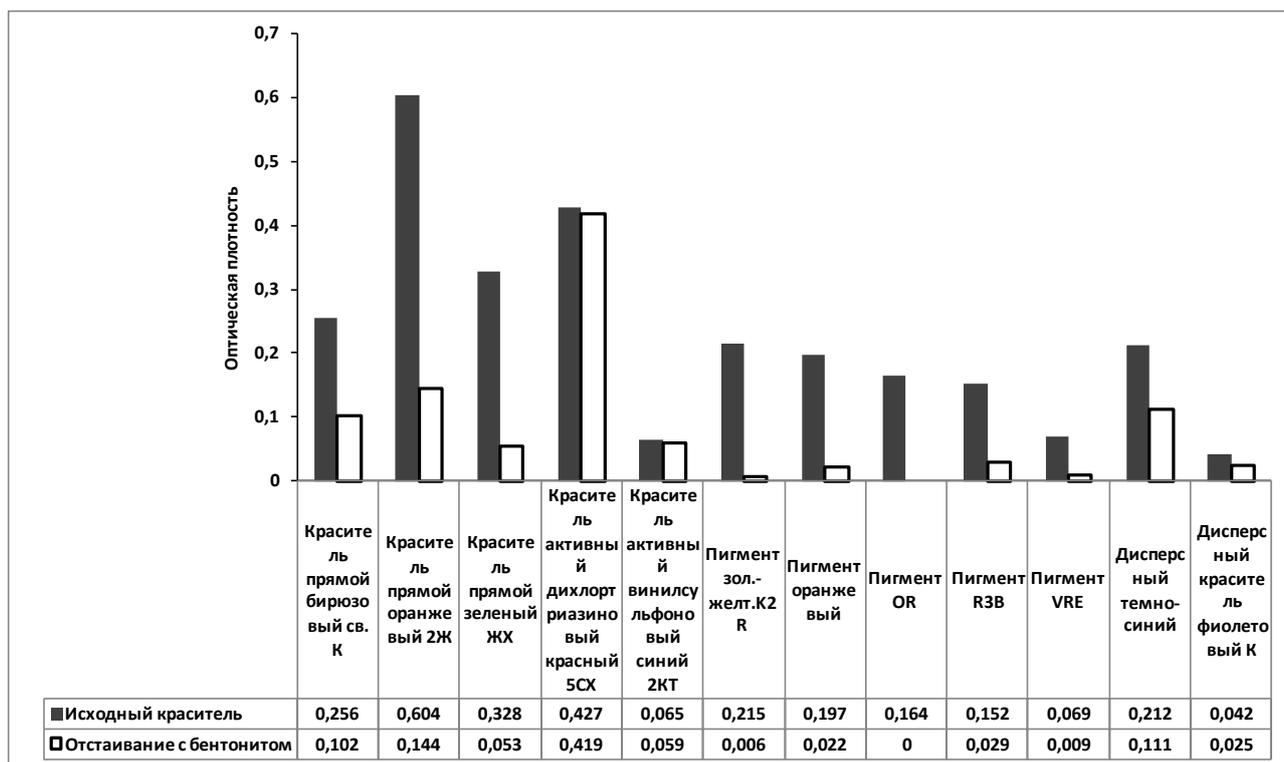


Рис. 1. Изменение оптической плотности дисперсий синтетических красителей с бентонитом при отстаивании в течение суток

Анализируя полученную диаграмму, отметили, что лучшие результаты получены при отстаивании в присутствии бентонита пигментов. Растворы практически обесцвечиваются, а светлый минерал приобретает окраску сорбируемого красителя.

Растворы красителей других классов не удалось полностью обесцветить, даже дисперсные, которые имеют с пигментами общие характерные черты, например высокую степень дисперсности и отсутствие групп, придающих им растворимость в водной среде. Предположительно в этом случае сорбцию дисперсных красителей ограничивают присутствующие в выпускной форме диспергаторы и защитные коллоиды, препятствующие агрегации и седиментации.

Неплохие результаты получены с прямыми красителями – в среднем из растворов удаляются до 70 % красителей. Активные красители сорбируются гораздо хуже – менее 20 %.. Как и следовало ожидать, эффективной сорбции бентонитом активных и прямых красителей мешает отрицательный заряд, приобретаемый ими в водной среде. Также отрицательное влияние может оказывать высокая энергия гидратации анионоактивных красителей, не подпускающая их к поверхности сорбента. Косвенно это подтверждается худшей сорбцией активных красителей по сравнению с прямыми.

Повысить эффективность удаления водорастворимых красителей из стоков с

применением природного минерала можно, закрепив его на волокнистой основе, также имеющей сродство к извлекаемым красителям, например, на хлопчатобумажном волокне.

Эксперимент повторили, используя в качестве сорбента отходы от чесания отбеленного хлопчатобумажного волокна, обработанного дисперсией бентонита. Окрашенные растворы пропускали через сделанный из спрессованного материала фильтр, после чего также оценивали оптическую плотность фильтрата (Рис.2).

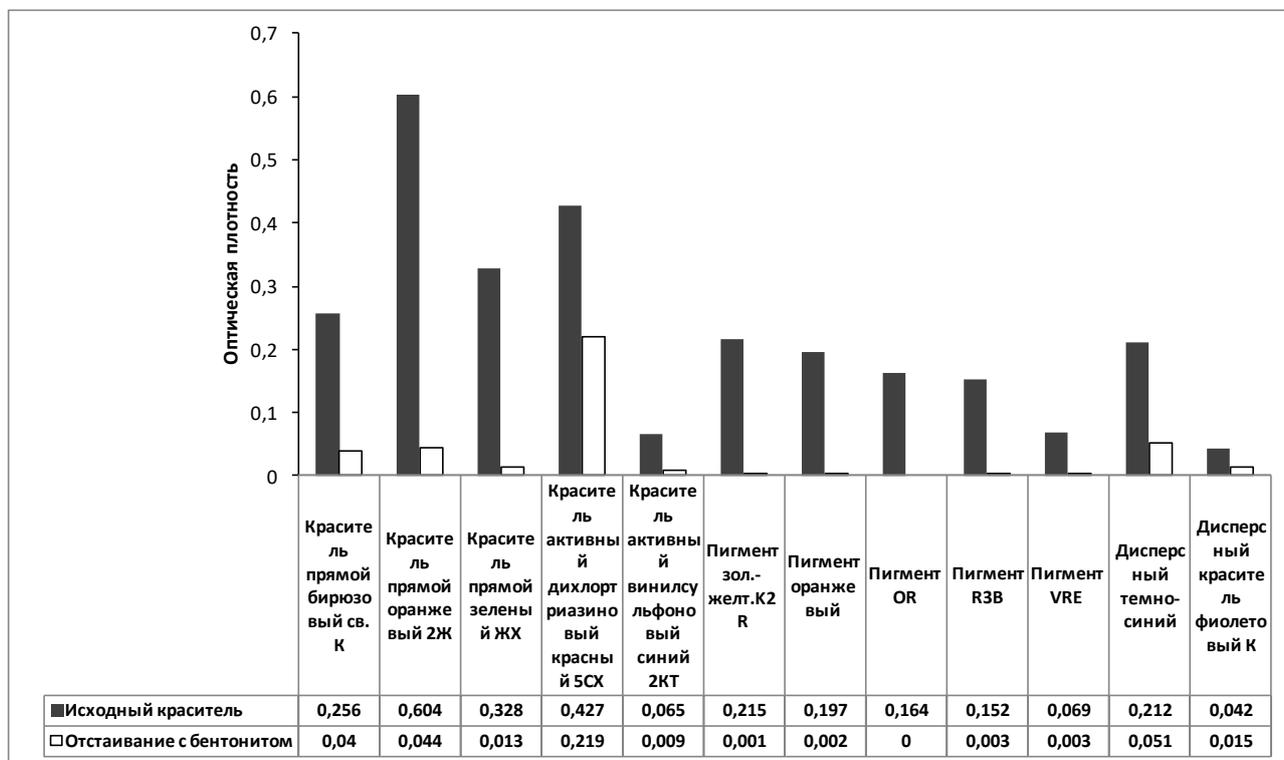


Рис. 2. Изменение оптической плотности дисперсий синтетических красителей после пропуска через хлопко-бентонитовый фильтр

Таким образом, удалось на 20-40 % повысить эффективность сорбции, а главное, удалить из раствора прямые и активные красители. Дальнейшие исследования планируется направить на разработку технологии утилизации использованных фильтровальных материалов.

*Работа выполнена в рамках Государственного задания на выполнение НИР, тема № FZZW-2023-0008 с использованием ресурсов Центра коллективного пользования научным оборудованием ИГХТУ (при поддержке Минобрнауки России, соглашение № 075-15-2021-671).*

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ануфриев, В. Н. Очистка сточных вод предприятий текстильной промышленности // Экология на предприятии, 2015, № 1, С. 87–96
2. Белопухов, С. Л., Яшин, М. А., Слюсарев, В. И., Нефедьева, Е. Э., Шайхиев, И. Г. Технологии очистки сточных вод текстильных производств для снижения поступления токсикантов в природные поверхностные воды // Вестник Казанского технологического университета, 2015, Т. 18, № 5, С. 199–204.
3. Senthilkumar, K. Adsorption studies on treatment of textile wastewater using low-cost adsorbent / K. Senthilkumar, V.C. Devi, S. Mothil, M. N. Kumar // Desalination and Water Treatment. – 2018. – V. 123. – P. 90-100.

## ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ПОЖАРОБЕЗОПАСНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ОТДЕЛКИ ФАСАДОВ ТЕКСТИЛЬНЫХ ПРОИЗВОДСТВ

### RESEARCH OF PROPERTIES OF FIRE-SAFE MATERIALS FOR TEXTILE FACADE FINISHING

М.В. Вальвакова, М.В. Торопова  
M.V. Valvakova, M.V. Toropova

Ивановский государственный политехнический университет  
Ivanovo State Polytechnic University  
E-mail: marianna20036@mail.ru, mators@mail.ru

В Российской Федерации за 2023 год зарегистрировано 360962 пожаров, прямой материальный ущерб причинен в размере 22,1 млрд. рублей. Фасадные облицовки из алюминиевых композитных материалов успешно применяются в мире в качестве декоративной отделки фасадов более 30 лет. Здания текстильных фабрик не являются исключением. Рассмотрим результаты исследования свойств пожаробезопасных материалов для отделки фасадов текстильных производств на примере алюминиевых композитных панелей. Данные могут быть востребованы специалистами, работающими в области судебной пожарно-технической экспертизы.

**Ключевые слова:** пожаробезопасные материалы; ИК-спектроскопия; текстильное производство.

In the Russian Federation for 2023, 360962 fires were registered, direct material damage was caused in the amount of 22.1 billion rubles. Facade cladding from aluminum composite materials has been successfully used in the world as a decorative facade finish for more than 30 years. Buildings of textile factories are not an exception. Let's consider the results of research of properties of fire-safe materials for finishing of facades of textile factories on the example of aluminum composite panels. The data may be required by specialists working in the field of forensic fire engineering.

**Keywords:** fire safe materials; infrared spectroscopy; textile production.

В Российской Федерации за 2023 год зарегистрировано 360962 пожаров, прямой материальный ущерб причинен в размере 22,1 млрд. рублей [1]. При этом на долю производственных объектов приходится 0,6% от общего количества пожаров, технологические причины спровоцировали пожары и загорания в 0,4% случаев. В Ивановской области зарегистрировано 2993 пожара. Эти данные подчеркивают необходимость усиления мер противопожарной безопасности как на уровне предприятий, так и на региональном уровне, особенно в Ивановской области, где текстильная промышленность играет ключевую роль в экономике региона [2].

Фасадные облицовки из алюминиевых композитных материалов успешно применяются в мире в качестве декоративной отделки фасадов более 30 лет. Здания текстильных фабрик не являются исключением. При пожарах на подобных объектах горение распространяется с большой скоростью. Если пожар все же произошел, необходимо своевременно установить причину пожара. Рассмотрим результаты исследования свойств пожаробезопасных материалов для отделки фасадов текстильных производств. В качестве объекта исследования выбраны алюминиевые композитные панели для фасадов. Размеры: толщина 4 мм, ширина 800 мм, длина 1200 мм. Технические характеристики представлены в табл. 1. Результаты могут быть рекомендованы к использованию в базах данных ИК-спектров веществ и материалов, в том числе подвергшихся термической деструкции.

## Технические характеристики фасадных панелей (ГОСТ Р 59040-2020)

Группа горючести по ГОСТ 30244, не ниже	Г1
Группа воспламеняемости по ГОСТ 30402, не ниже	В1
Группа дымообразующей способности по ГОСТ 12.1.044, не ниже	Д1
Группа токсичности по ГОСТ 12.1.044, не ниже	Т1

При проведении исследований применялся метод инфракрасной спектроскопии (рис. 1, 2) на основе прессования таблеток с галогенидами щелочных металлов [3-5]. Метод ИК-спектроскопии широко используется в криминалистике, в том числе при расследовании пожаров. Он обладает рядом преимуществ, которые позволяют эффективно решать различные задачи.

Установление природы веществ и материалов: ИК-спектроскопия позволяет определить функциональный состав различных веществ и материалов, изъятых с места пожара. Это помогает установить, какие вещества могли способствовать возгоранию или быть источником топлива.

Решение идентификационных задач: Этот метод эффективен при идентификации твердых и жидких веществ и материалов. Спектры поглощения ИК-лучей уникальны для каждого химического соединения, что делает его полезным инструментом для установления состава образцов.

Качественная оценка температуры и степени термического разложения: Анализ спектров может дать информацию о температуре и степени термического разложения материала. Полосы поглощения в спектре изменяются в зависимости от температуры и состояния материала, что позволяет судить о степени термического воздействия.

Количественная оценка степени термического поражения: ИК-спектроскопия также позволяет производить количественную оценку степени термического повреждения материалов. Используя спектральные критерии, можно выявить зоны термического поражения на месте пожара, что помогает определить очаги возгорания и характер распространения огня.



Рис.1. Пресс для подготовки исследуемых образцов



Рис.2. ИК-Фурье спектрометр с и образец для исследования

На рис. 3 представлены ИК-спектры исследуемых образцов фасадных плит. Наличие полос в области  $3600-3100\text{ см}^{-1}$  может свидетельствовать о присутствии NH или OH, или обеих групп в молекуле. Здесь, а также и для других спектральных областей важное значение имеет следующее правило: если в определенном спектральном диапазоне никаких полос поглощения нет, то в молекуле этих групп не существует. Обратное значение этого правила недействительно, и если в какой-нибудь спектральной области присутствует характеристическая полоса поглощения определенной функциональной группы, то для ее уверенного отнесения должны быть получены дополнительные сведения в других спектральных областях.

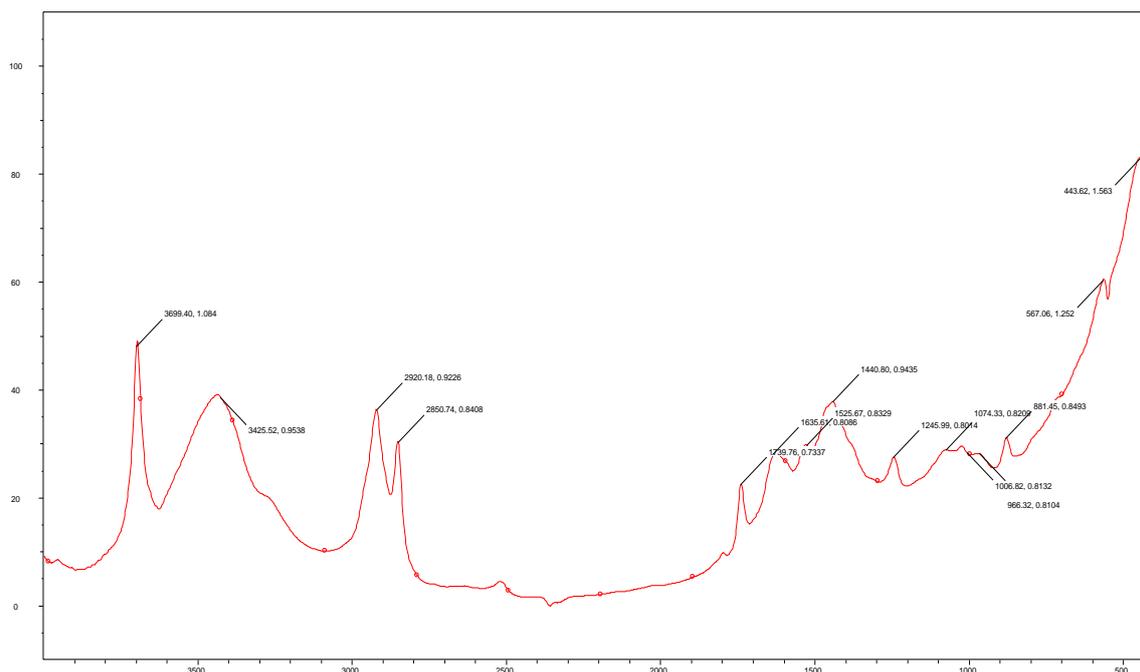


Рис.3. ИК-спектроскопия композиционного материала для фасадов

Частоты колебания в области  $3100-2850\text{ см}^{-1}$  целесообразно рассматривать совместно с полосами поглощения в области  $1650-1400\text{ см}^{-1}$ , а также  $1000-900\text{ см}^{-1}$ . Наличие пиков в этих областях свидетельствует о углеводородных связях в молекуле, при этом совместное изучение всех трех областей позволяет выяснить также наличие, расположение и состояние связи  $\text{C}=\text{C}$  в ней.

Полосы в области  $2850-1850\text{ см}^{-1}$  могут быть отнесены к колебаниям S-H, C=C связи, карбоновой кислоте, гидрохинону,  $\alpha$ -амино- или аминокислоте. Окончательное подтверждение той или иной связи может быть получено при рассмотрении других областей спектра.

В области 1850-1400 см<sup>-1</sup> могут присутствовать частоты колебания связи С=С, деформационного колебания СН, карбонильных, карбоксилатных, ангидридных, нитро-, нитрозонитритных групп, бензольного кольца и др. При отнесении частот необходимо учитывать условия регистрации спектра: физическое состояние пробы, наличие и химическую природу растворителей (полярные или неполярные растворители), концентрацию проб, температуру и др. Все эти факторы в некоторых случаях могут привести к смещению частот колебания, приведенных в таблицах характеристических частот из-за влияния внешних (ассоциация, сольватация) и внутренних факторов (электрические, стерические и другие эффекты). Наблюдаемые отклонения составляют обычно ±10-20 см<sup>-1</sup>, однако иногда достигают 50 и больше см<sup>-1</sup>.

В заключении отметим, что применение алюминиевых композитных панелей для фасадов текстильных производств требует дальнейших дополнительных исследований. Корректный выбор исходных компонентов и технологий их соединения действительно важен для обеспечения необходимых механических свойств и долговечности конструкций. Правильный подбор материалов и технологий их соединения является основой для создания надежных и долговечных конструкций, что является важным аспектом любой инженерной деятельности.

Полученные результаты представляют практический интерес для специалистов, работающих в области пожарно-технической экспертизы. База спектральных и хроматографических данных поможет идентифицировать источники возникновения пожаров.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Пожары и пожарная безопасность в 2023 году: информ.- аналитич. сб. Балашиха: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2024. 110 с.
2. О причинах пожаров в текстильной отрасли Махов Н.М., Торопова М.В., Махов О.Н. В сборнике: Пожарная и аварийная безопасность. Сборник материалов XI Международной научно-практической конференции, посвященной Году пожарной охраны. 2016. С. 277-278.
3. Ограждающие конструкции с использованием бетонов низкой теплопроводности: основы теории, методы расчета и технологическое проектирование / Ю.М. Баженов, Е.А. Король, В.Т. Ерофеев, Е.А. Митина. – Москва: Издательство Ассоциации строительных вузов (АСВ), 2008. – 320 с. : табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=273451>(дата обращения: 01.09.2024). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-93093-520-2. – Текст : электронный.
4. Сравнительный анализ огнестойкости противопожарных дверей / Замятин А.В., Торопова М.В., Вальвакова М.В. В сборнике: Современные пожаробезопасные материалы и технологии. Сборник материалов VI Международной научно-практической конференции. Иваново, 2023. С. 126-130.
5. Применение ИК-спектроскопии при исследовании объектов, изъятых с места пожара: методические указания / Е.Д. Андреева, И.Д. Чешко – Москва, 2010 - 92с.

## МИКРОКАПСУЛИРОВАННЫЕ ОТДЕЛОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКСТИЛЯ С ТЕРМОРЕГУЛЯЦИЕЙ

### MICROCAPSULATED FINISHING PRODUCTS FOR THERMOREGULATED TEXTILES

П.Б. Гвадзабия, Е.С. Сашина

P.B. Gvadzabiya, E. S. Sashina

Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна  
St. Petersburg State University of Industrial Technologies and Design  
E-mail: e.sashina@mail.ru

Получены микрокапсулы с разными полимерными оболочками, содержащие материалы с фазовым переходом. Их использование при отделке текстильных материалов позволяет понизить температуру поверхности при нагреве материала на 10 и более °С, в зависимости от состава микрокапсул.

**Ключевые слова:** материалы с фазовым переходом, микрокапсулирование, текстиль с терморегуляцией.

**Microcapsules with different polymer shells containing phase transition materials were obtained. Their use in the finishing of textile materials allows to lower the surface temperature when the material is heated by 10 or more °C, depending on the composition of microcapsules.**

**Keywords: materials with phase transition, microcapsulation, textiles with thermoregulation.**

Фундаментальные принципы науки все больше используются для производства инновационных текстильных изделий. Одним из подобных принципов является фазовый переход вещества из одного физического состояния в другое, например, из твердого в жидкое и наоборот. Волокна и текстиль, обладающие терморегулирующими свойствами, содержат в своем составе так называемые материалы с фазовым переходом (МФП). Это вещества с высокой теплотой плавления и высокой теплоемкостью, которые накапливают скрытое тепло при плавлении и выделяют его при охлаждении. Среди различных методов хранения тепла, представляющих интерес, хранение скрытого тепла является особенно привлекательным благодаря своей способности обеспечивать высокую плотность хранения при почти изотермических условиях. Аккумулирование скрытой теплоты МФП достигается за счет фазового перехода твердое тело – жидкость благодаря высокой плотности вещества, незначительным изменениям объема и низкому давлению пара при рабочей температуре во время фазового перехода [1-8].

МФП можно разделить на три основных типа: органические (жирные парафины, спирты, кислоты и гликоли), неорганические (гидраты солей, металлические соединения и сплавы металлов) и эвтектические (смесь органических или неорганических кристаллов низкоплавких компонентов, каждый из которых при кристаллизации замерзает и плавится конгруэнтно).

Перед использованием МФП необходимо инкапсулировать, чтобы придать материалу устойчивость к механическому, термическому и химическому воздействию, а также предотвратить их утечку с поверхности в жидком состоянии. В результате микрокапсулирования получают продукт в виде отдельных микрокапсул размером от долей микрона до сотен микрон. Капсулируемое вещество является содержимым ядра микрокапсул, а капсулирующий полимерный материал составляет оболочку. Существующие методы обеспечивают возможность микрокапсулирования как лиофильных, так и лиофобных материалов. В качестве материала оболочек могут использоваться любые пленкообразующие вещества: высокомолекулярные соединения и низкомолекулярные плавкие или растворимые

продукты синтетического или природного происхождения. Типичными органическими материалами для оболочек являются полимеры – белки (желатин, альбумин), полисахариды (декстраны и камеди), воска, парафин, производные целлюлозы, поливиниловый спирт, поливинилацетат, поливинилхлорид, полиэтилен и другие полиолефины, полиакриламид, полисилоксаны, полималеинаты, эпоксидные смолы, полисульфиды, поликарбонаты, полиуретаны, полиэферы, полиамиды, различные сополимеры. Неорганические материалы оболочек – металлы, углерод, силикаты, карбиды, оксиды и др. Гибридные оболочки используются для преодоления недостатков, связанных с отдельными органическими или неорганическими материалами для инкапсуляции МФП. В органическо-неорганических гибридных оболочках органические материалы обеспечивают структурную гибкость, а неорганические материалы улучшают теплопроводность, термостабильность и механическую жесткость. Оболочки на основе полимеров (например, полиметилметакрилат), легированные диоксидом кремния или титана, широко используются для инкапсуляции МФП. Выбор материала оболочек зависит от назначения, свойств и способа высвобождения капсулируемого вещества, а также от выбранного метода микрокапсулирования [9].

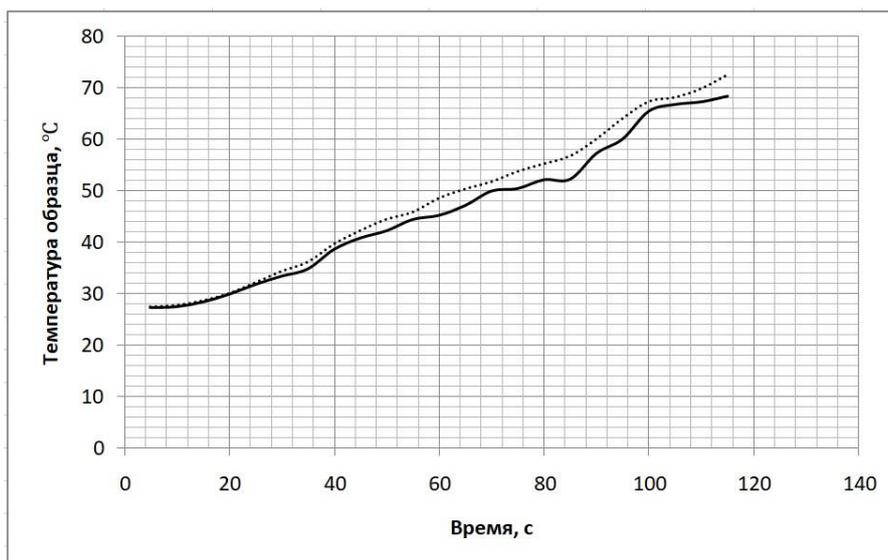
Несмотря на широкий интерес к материалам с фазовым переходом и перспективы их применения в текстильной промышленности, практических сведений о технологии их создания и обоснованного выбора до настоящего времени в литературе немного. Поэтому в нашей работе поставлена задача получения микрокапсул, содержащих МФП, и изучение их эффекта в составе текстильного материала. В качестве материалов ядра использовались парафин марки П-2 CAS № 8002-74-2 с температурой плавления 52 – 54 °С и 1-додеканол CAS № 112-53-8 (температура плавления 24-27 °С). Материал ядра эмульгировали в 5%-ном водном растворе превоцелла WOF CAS № 9056-19-3 при температуре 55-60°С, скорости вращения мешалки 1200-1500 об/мин в течение 20-40 минут.

В качестве материала оболочки применяли мочевиноформальдегидную и меламиноформальдегидную смолы. Для создания полимерной оболочки к эмульсии добавляли раствор соответствующей формальдегидной смолы, доводили рН до 2 и при 70 °С продолжали реакцию в течение 1 ч после добавления раствора отвердителя. После охлаждения эмульсии микрокапсул до комнатной температуры ее фильтровали под вакуумом и сушили полученный осадок на воздухе.

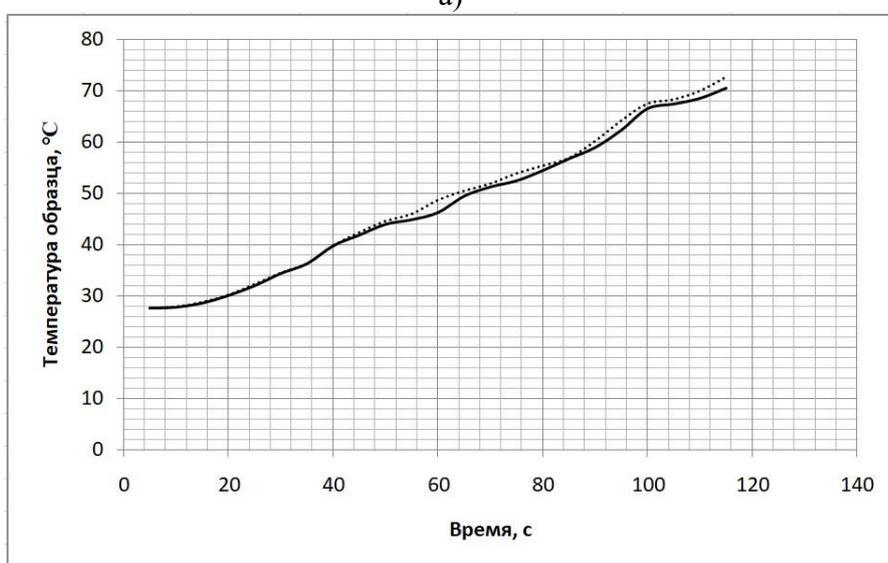
Размеры микрокапсул изучали при помощи микроскопа ЛОМО МИКМЕД-6. Средний диаметр сферической формы частиц микрокапсул составил 1,8 мкм.

Полученные капсулы наносили на полиэфирную и хлопчатобумажную ткани плотностью 90 г/м<sup>2</sup>. Образцы ткани размещали на нагревательной поверхности и нагревали, фиксируя температуру при помощи инфракрасного термометра с лазерным целеуказателем Testo 830-T1.

На рисунках 1 и 2 приведены кинетические кривые нагрева образцов полиэфирных тканей с покрытием терморегулирующими капсулами с меламиноформальдегидной и карбамидоформальдегидной оболочками и разным материалом ядра, для сравнения даны кривые нагрева образцов без покрытия.



а)



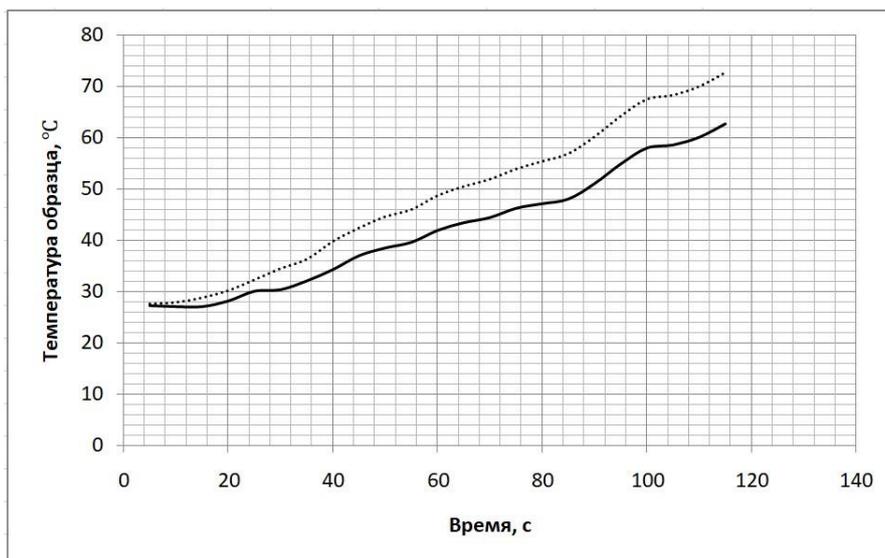
б)

Рис. 1. Кинетические кривые нагрева образцов полиэфирной ткани, необработанной (курсив) и обработанной капсулами в меламиноформальдегидной оболочке с ядром:  
а) – парафин б) – додеканол

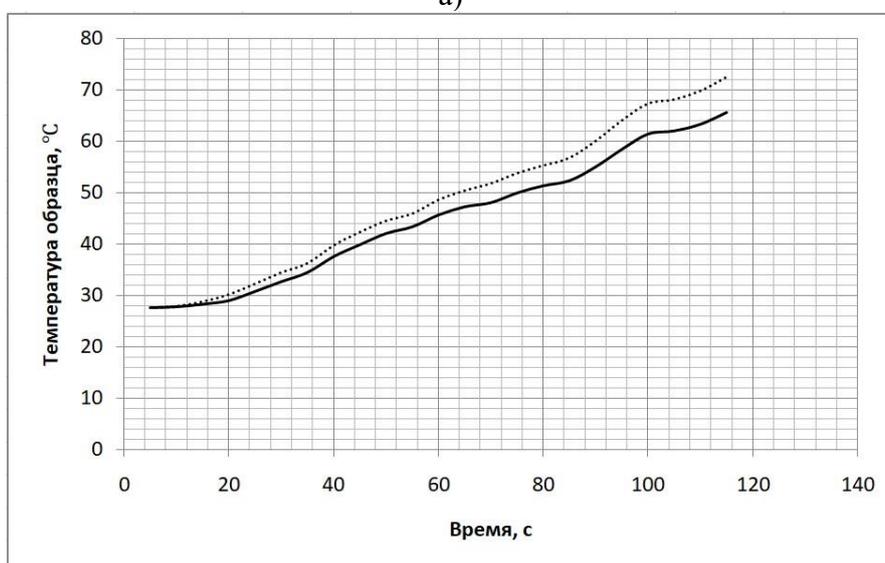
Сравнивая эффект охлаждения поверхности полиэфирной ткани при помощи капсул разного состава, можно отметить, что он минимален для ткани, обработанной капсулами с меламиноформальдегидной оболочкой, независимо от состава ядра (рис. 1а, б). Для капсул с оболочками из карбаминоформальдегидной смолы эффект более заметен (рис. 2). Так, в то время как необработанная ткань нагрелась до 72 °С, температура обработанной капсулами с ядром додеканола ниже на 7°С, с ядром из парафина – на 10°С.

Из полученных данных следует, что замена мочевины на меламина в составе смолы оболочки приводит к существенному снижению эффекта охлаждения за счет плавления МФП в составе ядра. Это может быть связано с различной теплоемкостью данных материалов: для меламина 1200 Дж/кг К, для мочевины 3300 Дж/кг К. Что касается состава ядра, то парафин более эффективно аккумулирует скрытое тепло, поскольку его теплота плавления 2190 Дж/г [10] существенно выше чем теплота плавления додеканола около 200 Дж/г [11].

На рисунке 3 приведены кривые нагрева хлопчатобумажной ткани, обработанной капсулами с различным ядром и оболочкой из карбаминоформальдегида.



а)

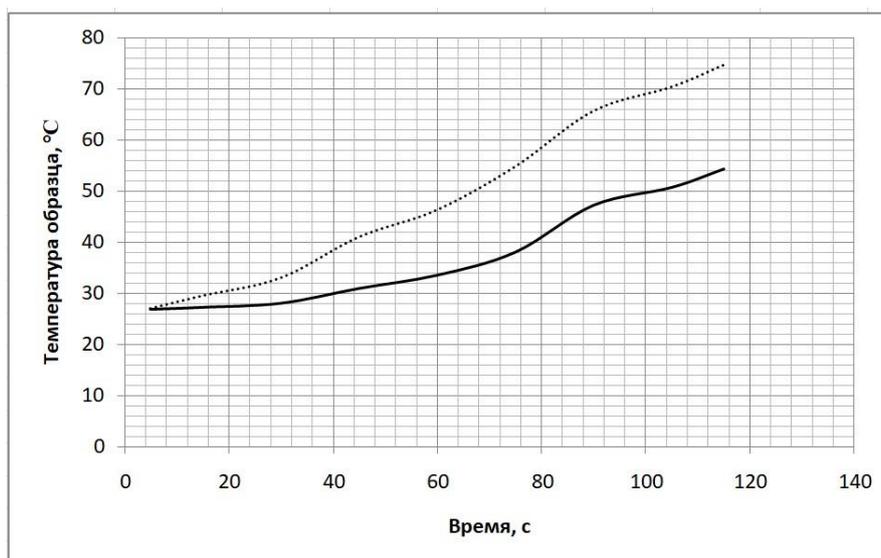


б)

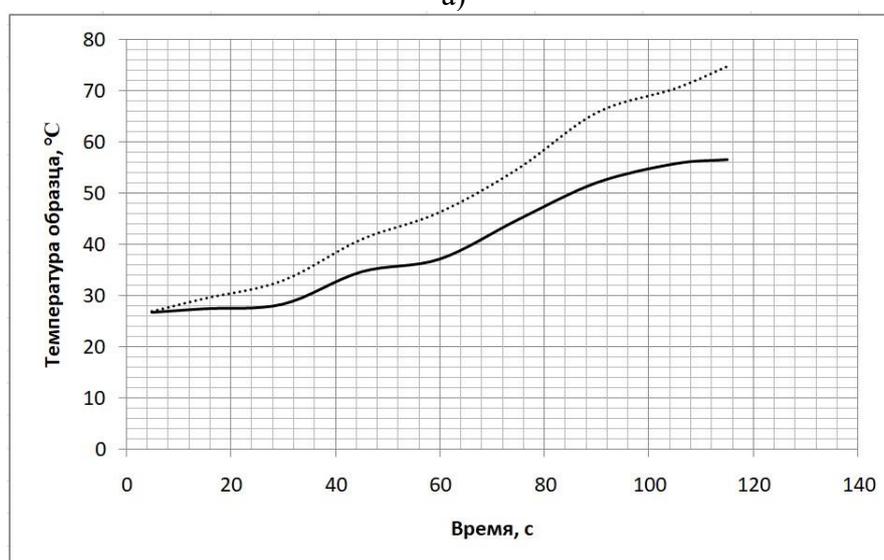
Рис. 2. Кинетические кривые нагрева образцов полиэфирной ткани, необработанной (курсив) и обработанной капсулами в карбамидоформальдегидной оболочке с ядром:  
а) – парафин б) – додеканол

Можно судить о том, что нанесение капсул с карбамидоформальдегидной оболочкой позволяет снизить температуру поверхности хлопчатобумажной ткани при нагреве контрольного образца до 74°C на 18°C, если ядро капсулы додеканол, и на 20°C, если ядро из парафина.

Таким образом, в работе продемонстрирована возможность получения микрокапсул с МФП различного состава ядра и оболочки, которые могут быть предложены в качестве отделочных средств при создании терморегулирующих волокнистых материалов. Показано, что эффективность охлаждения поверхности обработанной капсулами ткани зависит как от состава ядра, так и от материала оболочки.



а)



б)

Рис. 3. Кинетические кривые нагрева образцов хлопчатобумажной ткани, необработанной (курсив) и обработанной капсулами в карбамидоформальдегидной оболочке с ядром: а) – парафин б) – додеканол

Микрокапсулированные средства с МФП предлагаются к использованию при заключительной отделке волокнистых текстильных материалов либо для внесения в структуру волокнообразующего полимера при его переработке через расплав или раствор.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Khalil E. Application of phase change materials: a review // Int. J. Res. Review. 2015. 5.P. 281-294.
2. Mondal S. Phase change materials for smart textiles – An overview // Appl. Therm. Eng.. 2007. 28. P. 1536-1550.
3. Рёсснер Ф., Рудаков О.Б., Альбинская Ю.С., Иванова Е.А., Перцев В.Т. Применение микрокапсулированных теплоаккумулирующих материалов с фазовым переходом в строительстве // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. 2012. 5. 64-70.
4. Mahmood T., Ali R., Murtaza A.N. Design and fabrication of microencapsulated phase change materials for energy/thermal energy storage and other versatile application / In book: Nanocomposite

- Materials for Biomedical and Energy Storage Applications. Ed by A. Sharma. Intechopen, 2022. 340 p.
5. Özonur Y., Mazman M., Paksoy H. Ö., Evliya H. Microencapsulation of coco fatty acid mixture for thermal energy storage with phase change material // Int. J. Energy Res. 2006. 30. P. 741-749.
  6. Li C., Yu H., Song Y., Liang H. Preparation and characterization of PMMA/TiO<sub>2</sub> hybrid shell microencapsulated PCMs for thermal energy storage // Energy. 2019. 167. P. 184-197.
  7. Левшицкая О.Р., Рыклин Д.Б., Агиевич Д.Ю. Оценка терморегулирующей способности текстильного материала, модифицированного микрокапсулированным веществом с изменяемым фазовым состоянием // Вестник Витебского государственного технологического университета. 2017. 1. С. 71-80.
  8. Shin Y., Yoo D.-I., Son K. Development of thermoregulating textile materials with microencapsulated phase change materials (PCM). II. Preparation and application of PCM microcapsules // J. Appl. Polym. Sci. 2005. 96. P. 2005-2010.
  9. Солодовник В.Д. Микрокапсулирование. М.: Химия, 1980. 216 с.
  10. Vakhshouri A.R. Paraffin as phase change material. In book: Paraffin – an overview. Ed by F.S. Soliman. Intechopen, 2020. 90 p.
  11. <https://www.chemeurope.com/en/encyclopedia/Dodecanol.html> Дата обращения 1.09.2024.

**РАЗРАБОТКА НЕТКАНОГО МАТЕРИАЛА С ОГНЕЗАЩИТНЫМИ И  
АНТИВАНДАЛЬНЫМИ СВОЙСТВАМИ ДЛЯ ПАССАЖИРСКИХ СИДЕНИЙ  
МОСКОВСКОГО МЕТРОПОЛИТЕНА**

**DEVELOPMENT OF NON-WOVEN FABRIC WITH FLAME RETARDANT AND VANDAL-  
PROOF PROPERTIES FOR PASSENGER SEATS OF THE MOSCOW METRO**

Е.В. Голованенко<sup>1</sup>, О.О. Ерофеев<sup>2</sup>, Н.А. Королева<sup>1</sup>  
E.V. Golovanenko<sup>1</sup>, O.O. Yerofeyev<sup>2</sup>, N.A. Koroleva<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Российский государственный университет имени А. Н. Косыгина  
(Технологии. Дизайн. Искусство) (Москва)

<sup>2</sup>ООО «ТК Иннотек» (Москва)

<sup>1</sup>Kosygin Russian State University (Technology. Design. Art) (Moscow)

<sup>2</sup>LLC TK Innotek (Moscow)

E-mail: elena.golowanenco@gmail.com; erofeev17@mail.ru; koroleva-na@rguk.ru

Рассмотрены требования пожарной безопасности к материалам пассажирского сиденья в метрополитене и, на основе прототипа композиционного материала фирмы Dufлот, был разработан трехслойный композиционный материал с трикотажным сеточным полотном «Иннотекс-АВ». Проведены сравнительные пожарные испытания иностранного прототипа с предлагаемым, а также санитарно-гигиенические испытания и антивандальные.

**Ключевые слова:** нетканый, антивандальный, модакрил, метаарамид, пожарная безопасность, трудновоспламеняемый кресельный элемент.

Fire safety requirements for passenger seat materials in the subway were considered and based on the prototype of the Dufлот composite material a three-layer composite material with an Innotex-AV knitted mesh fabric was developed. Comparative fire tests of the foreign prototype with the proposed one, as well as sanitary and hygienic tests and vandal-proof tests were carried out.

**Keywords:** nonwoven, vandal-proof, modacrylic, meta aramid, fire safety, furniture element.

Московский метрополитен за последние 10 лет сильно изменился, введено большое количество новых линий, в том числе наземного метро в виде Московского центрального кольца (МЦК) и Большой Кольцевой Линии (БКЛ). Для обеспечения качественной поездки пассажиров разработаны новые комфортабельные поезда «Москва-2020», в котором стал использоваться единый стиль в виде тканевой обивки пассажирских сидений, взамен устаревшей винилискожи [1] (рис.1).



Рис.1. Сиденья в поезде «Москва-2020»

Для такого мегаполиса с огромным потоком людей к пассажирским сиденьям предъявляются отдельные требования по пожарной безопасности, гигиене и

вандалостойкости (при порезе с последующим поджиганием наполнителя в комплекте мебели).

Основой мебельного элемента (рис.2), который отвечает за огнезащиту и антивандальность, несет прокладочный слой нетканого материала, находящийся между тканью шенилл и формованным пенополиуретаном (ППУ).



Рис. 2. Пример стандартной комплектации пассажирского кресла (обивочная ткань, прокладочный нетканый материал, наполнитель из ППУ)

Требования пожарной безопасности к материалам пассажирского сиденья в метрополитене сформулированы в Федеральном Законе №123 и нормах пожарной безопасности НПБ 109. Текстильные материалы испытываются по следующим характеристикам: воспламеняемость (В) (ГОСТ Р 50810), горючесть (Г), индекс распространения пламени (ИРП), дымообразующая способность (Д), токсичность продуктов горения (Т) (все по ГОСТ 12.1.044). А еще оценивается пожарная опасность самого мебельного сиденья по НПБ109 [2, 3].

Для определения способности сопротивляться воспламенению и устойчивому горению применяют «вертикальный» тест по ГОСТ Р 50810, в соответствии с которым материал не должен относиться к легковоспламеняемым. Определение горючести оценивается с помощью кинетического метода «огневой трубы», по которому определяется потеря массы ( $\leq 60\%$ ) и температура выделяющихся газов. Индекс распространения пламени характеризует способность материала воспламеняться, распространять пламя по поверхности и выделять тепло и не должен относиться к группе быстро распространяющих пламя. По дымообразующей способности и токсичности продуктов горения материалы разделены на несколько групп (Д1–Д3 и Т1-Т4), в которых группы Д3 и Т4 являются наиболее опасными.

Пожарная опасность сидений метрополитена определяется испытанием, в котором источником возгорания является «подушка» из газетной бумаги (100 г). Макет сиденья считают выдержавшим испытание, если самостоятельное горение продолжается не более 10 минут после начала испытаний и при этом отсутствует прожигание слоев пакета материалов и падение расплавленных капель.

При разработке антивандального материала в качестве прототипа был взят композиционный материал фирмы Dufлот из Франции поверхностной плотностью  $800 \text{ г/м}^2$  (рис.3). Состав материала представляет собой склеенный трехслойный композит, где между двумя иглопробивными неткаными материалами из 100% метаарамидных штапельных волокон (по  $200 \text{ г/м}^2$  каждый) располагается трикотажное полотно из стальной проволоки с провязкой в две нити с поверхностной плотностью  $400 \text{ г/м}^2$ . Данный антивандальный материал является достаточно жестким и не соответствовал показателю токсичности продуктов горения по российским стандартам.

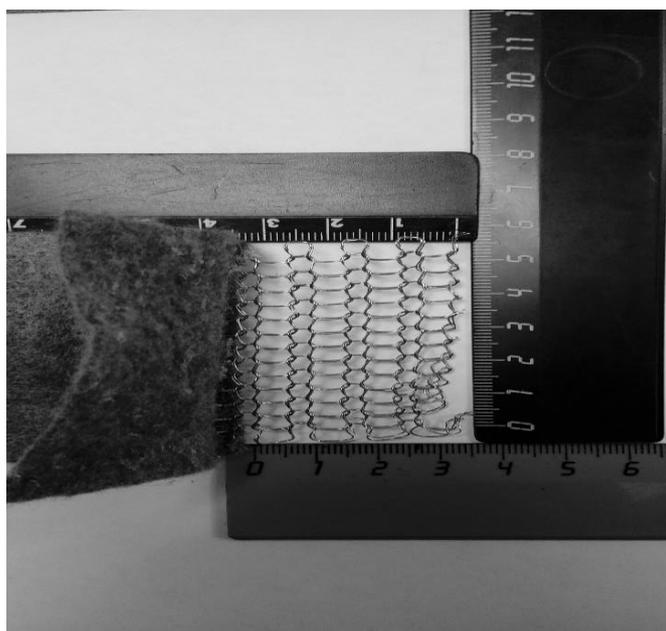


Рис. 3. Антивандальный материал фирмы Duflot

Для решения задачи по пожарным характеристикам был проведен эксперимент по изготовлению иглопробивных материалов разного сырьевого состава поверхностной плотностью  $200 \text{ г/м}^2$ , результаты которого отражены в табл. 1.

Таблица 1

Пожарные свойства иглопробивных нетканых материалов

№	Состав	Пов. плотн., $\text{г/м}^2$	В	ИРП	Д	Т	Г
1	Метаарамидное – 100%	198	ТВ*	3	356	38	51
2	Метаарамидное – 70% Модакриловое – 30%	204	ТВ	4	293	42	53
3	Метаарамидное – 60% Модакриловое – 30% Полиэфирное ОЗ – 10%	205	ТВ	5	324	39	55
4	Метаарамидное – 50% Модакриловое – 50%	212	ТВ	11	517	33	61
5	Модакриловое – 100%	202	ТВ	21	653	32	72
6	Полиэфирное ОЗ – 100%	207	ТВ	19	610	36	77
7	Льняное – 70% Полиэфирное – 30% с огнезащитной обработкой	240	ТВ	5	412	38	82

\* ТВ – трудновоспламеняемый

Все материалы относятся к трудновоспламеняемым. Образцы № 4-6 не соответствуют установленным пожарным требованиям по дыму, токсичности и горючести, так как относятся к плавящимся полимерным материалам. Образец № 7, несмотря на поверхностную огнезащиту антипирену, не соответствует требованиям по токсичности и горючести. Образец № 1, схожий с прототипом, имеет не соответствие по токсичности, как и образец № 3. Оптимальным по пожарным характеристикам является состав образца № 2, метаарамидное штапельное волокно несет основную огнезащиту, при котором волокна карбонизируются, не оставляя сквозные прогорания. Введение 30% модакрилового волокна позволяет достичь требуемых показателей по токсичности продуктов горения.

По аналогии с прототипом был выпущен образец трехслойного композиционного материала  $600 \text{ г/м}^2$ , где иглопробивные материалы аналогичные по составу с образцом № 2

триплировались с трикотажным сетчатым полотном, поверхностной плотностью 200 г/м<sup>2</sup>, из стальной проволоки в провязку одной проволокой. На данный композиционный состав антивандального материала фирмой ООО «ТК Иннотек» были разработаны ТУ 13.95.10.190-005-48525502-2020 и присвоен артикул «Иннотекс-АВ» (рис.4).

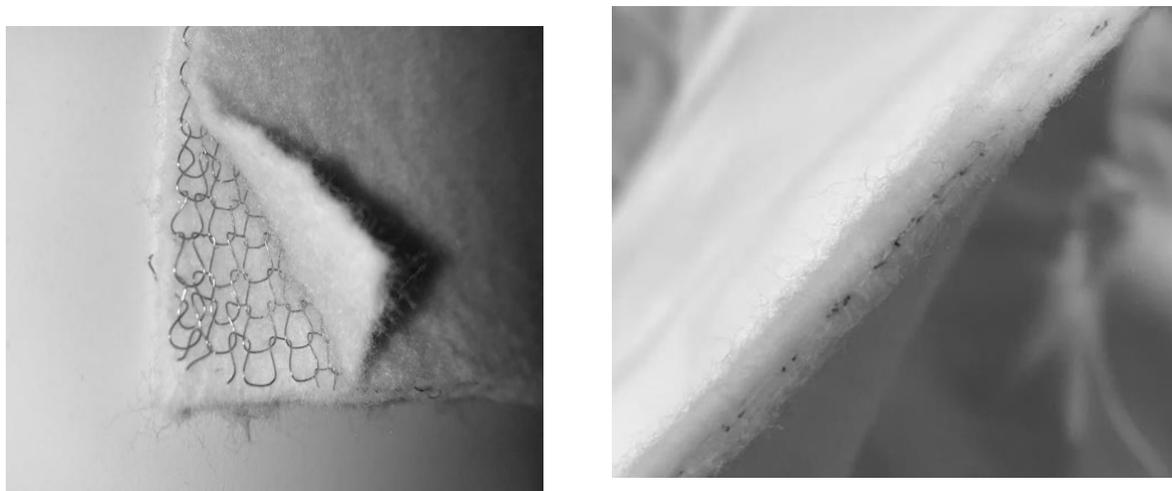


Рис. 4. Поперечный срез антивандального нетканого материала «Иннотекс-АВ»

Сравнительные пожарные испытания иностранного прототипа и антивандального материала «Иннотекс-АВ» приведены в табл. 2.

Таблица 2

Сравнительные пожарные испытания

№	Показатели	Соответствие требованиям	Duflot	Иннотекс-АВ
1	Воспламеняемость	ТВ	ТВ	ТВ
2	Индекс распространения пламени	0-20	12	7
3	Дымообразующая способность	50-500	392	285
4	Токсичность продуктов горения	40-120	38	46
5	Горючесть/Потеря массы, %	≤60	53	54

Результаты пожарных испытаний в табл. 2 показывают преимущества антивандального материала «Иннотекс-АВ» над импортным. При этом снижается масса материала с 800 г/м<sup>2</sup> до 600 г/м<sup>2</sup>.

Проведены испытания антивандального материала «Иннотекс-АВ» санитарно-гигиеническим показателям, которые представлены в табл. 3.

Таблица 3

Санитарно-гигиенические показатели антивандального материала

№ п/п	Наименование химических веществ	Величина ПДК, мг/м <sup>3</sup>		Класс опасности химических в-в	Фактические показатели химических веществ, мг/м <sup>3</sup>		
		Максимально разовая	Среднесуточная		Эксп. 24 ч (20° С)	Эксп. 48 ч (40° С)	Соответствие
1	Аммиак NH <sub>3</sub>	0,2	0,04	4	н/о	н/о	да
2	Гидроксибензол (фенол) C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> O	0,01	0,006	2	н/о	н/о	да
3	Формальдегид CH <sub>2</sub> O	0,05	0,01	2	н/о	н/о	да
4	Ацетон C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> O	0,35	-	4	0,184	0,212	да
5	Ксилол C <sub>8</sub> H <sub>10</sub>	0,2	-	3	0,041	0,056	да

6	Толуол C <sub>1</sub> H <sub>8</sub>	0,6	-	3	0,138	0,143	да
7	Бензол C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	0,3	0,1	2	0,019	0,025	да
8	Стирол C <sub>8</sub> H <sub>8</sub>	0,04	0,002	2	н/о	н/о	да
9	Хлорэтен C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> CL	-	0,01	1	н/о	н/о	да
10	Этилацетат C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> O <sub>2</sub>	0,1	-	4	0,041	0,044	да
11	Метил-2- метилпроп-2-еноат C <sub>5</sub> H <sub>8</sub> O <sub>2</sub>	0,1	0,01	3	0,002	0,003	да
12	Этилбензол C <sub>8</sub> H <sub>10</sub>	0,02	-	3	0,007	0,009	да
13	Гидроксиметилбензол C <sub>7</sub> H <sub>8</sub> O	0,005	-	2	0,002	0,002	да

На основании проведенных исследований установлено, что величина индекса токсичности образцов антивандального материала «Иннотекс-АВ» составила 19,7% при норме до 20%.

При испытаниях материала «Иннотекс-АВ» на антивандальные свойства по EN 45545-2:2013 определялась способность выдержать преднамеренное повреждение лезвием при нагрузке 150 Н перед попыткой поджога. На рис. 5 показано состояние образца после проведения испытаний.

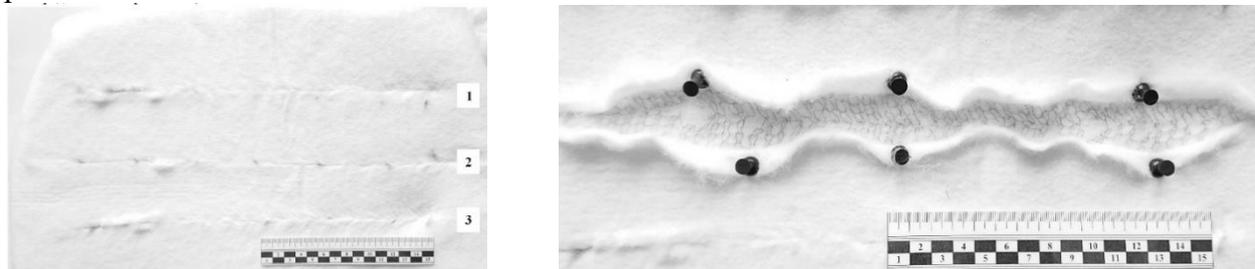


Рис. 5. Состояние образца после проведения испытаний с раскрытием разреза

Длина разреза составила 305 мм. При раскрытии реза выявлено:

- разрушение слоя № 1 по всей длине разреза;
- фрагментарное разрушение слоя № 2 участками длиной 20–25 мм;
- фрагментарное разрушение слоя № 3 длиной 2–3 мм в местах разрушения слоя № 2 (глубина проникновения лезвия – не более 1 мм).

Разреза подушки макета сиденья не выявлено.

Самым ответственным тестом является определение пожароопасности самого мебельного сиденья, в состав которого входит ткань полиэфирная шенилл поверхностной плотностью 500 г/м<sup>2</sup>, антивандальный материал «Иннотекс-АВ», формованный пенополиуретан (ППУ) 63 кг/м<sup>3</sup>. Результаты пожарных испытаний представлены в таблице 4 и на рисунке 6.

Таблица 4

Пожарные испытания пассажирского сиденья московского метро

Номер пункта, наименование показателя	Нормативное значение показателя	Фактическое значение показателя, полученное по результатам испытаний	Соответствие
Образец конструкции считается выдержавшим испытание, если соблюдаются следующие условия:			
- время самостоятельного горения, мин, не более	10	7 минут 37 секунд	да
- отсутствие падения капель горящего расплава	Отсутствует	Отсутствует	да

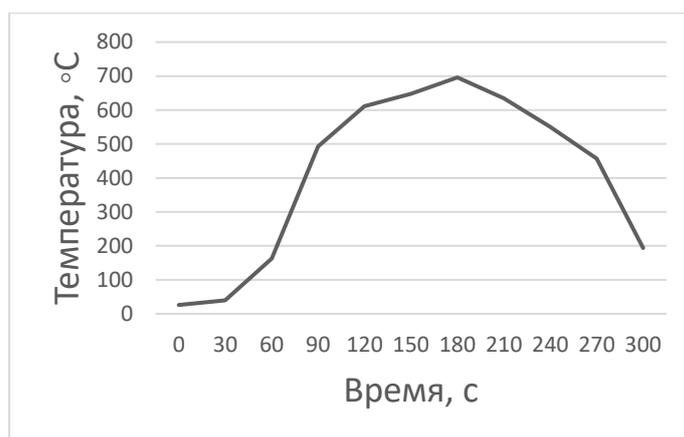


Рис. 6. Состояние образца после проведения испытаний с раскрытием разреза

Результаты испытаний показали, что пакет мебели затухает за 7 мин 37 сек, что соответствует пожарным нормам. Из рисунка 5 видим, что огневое воздействие при возгорании бумаги составляет свыше 600 °С, что является достаточно экстремальным, и выбор композиционного сочетания мебели находится в высоком уровне огнезащиты.

В ходе данной работы были разработаны иглопробивные нетканые материалы разного сырьевого состава и проведены пожарные испытания, в результате которых был выбран оптимальный сырьевой состав нетканого материала в соотношении 70/30% метаарамид/модакрил. Так же разработана оптимальная композиционная структура антивандального материала «Иннотекс-АВ» поверхностной плотностью 600 г/м<sup>2</sup>, включающая два слоя иглопробивного нетканого материала и трикотажную стальную сетку. Проведены сравнительные исследования пожарных, антивандальных и гигиенических характеристик во ВГУП ВНИИЖГ и ООО «ТИВ», которые показали соответствие установленным нормам безопасности.

Данная разработка внедрена в новых поездах метро «Москва-2020» и успешно зарекомендовала себя в вагонах московского метрополитена.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Москва-2020: поезд будущего в метрополитене столицы [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://autoreview.ru/articles/na-pravah-reklamy/moskva-2020-poezd-buduschego-v-metropolitene-stolicy>
2. Федеральный закон от 22.07.2008 №123-ФЗ (ред. от 14.07.2022) «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»
3. Министерство внутренних дел Российской Федерации. Государственная противопожарная служба. Нормы пожарной безопасности. Вагоны метрополитена. Требования пожарной безопасности. НПБ 109-96.

## ЭКОТЕХНОЛОГИЯ КРАШЕНИЯ БЕЛКОВЫХ ВОЛОКОН ПРИРОДНЫМИ КРАСИТЕЛЯМИ В ПРИСУТСТВИИ БИОПРОТРАВ

### ECOTECHNOLOGY OF DYEING PROTEIN FIBERS WITH NATURAL DYES IN THE PRESENCE OF BIOMORDANTS

А.В. Горохова, Н.В. Скобова

A.V. Gorohova, N.V. Skobova

Витебский государственный технологический университет (Республика Беларусь)

Vitebsk State Technological University (Republic of Belarus)

E-mail: gorohova2508@gmail.com, skobova-nv@mail.ru

В статье рассматриваются особенности технологии крашения шерстяной пряжи с использованием биопротрав, позволяющие снизить материалоемкость и энергоемкость процесса. Представлены рекомендации по выбору степени измельчения исходного сырья, возможности применения ультразвуковой обработки сырья перед экстрагированием с оптимальными режимами работы генератора и длительности процесса, целесообразности применения экстрагентов в водном растворе при экстрагировании, эффективности совмещенного способа крашения в присутствии биопротрав (соков Aloe Vera, квашеной капусты, винной кислоты).

Ключевые слова: природные красители, натуральное крашение, шерстяная пряжа, корневища лапчатки, ультразвуковая обработка, текстильно-вспомогательные вещества, биопротравы.

The article discusses the features of the technology of dyeing wool yarn using biomordants, which allow reducing the material and energy intensity of the process. Recommendations are presented on the choice of the degree of grinding of the initial raw material, the possibility of using ultrasonic treatment of the raw material before extraction with optimal generator operating modes and process duration, the feasibility of using extractants in an aqueous solution during extraction, the effectiveness of a combined dyeing method in the presence of biomordants (Aloe Vera juice, sauerkraut, tartaric acid).

Keywords: natural dyes, natural dyeing, wool yarn, cinquefoil rhizomes, ultrasonic treatment, textile auxiliary substances, biomordants.

Экологические санитарные нормы и стандарты применительно к охране сточных вод, введенные странами, бережно относящимися к природе и охране здоровья, возрождают интерес к использованию натуральных красителей при окраске текстильных материалов. Натуральные красители являются экологически чистыми, защищают кожу от действия УФ, имеют приятную цветовую гамму, и главное, относятся к возобновляемым источникам красящих материалов. Однако они имеют слабую связь с волокном, что требует введение операции протравления с применением протрав на базе солей металлов, некоторые из которых не являются экологически чистыми [1, 2].

В качестве сырья для крашения белковых волокон можно использовать наземные и подземные части растений как в свежем, так и в засушенном виде.

Разработана технология совмещенного способа крашения шерстяной пряжи природными красителями с использованием биопротрав. (рис. 1).

Для получения красильных растворов использовали подземные части растений: корни лапчатки и окопника.



Рис.1. Технология совмещенного способа крашения шерстяной пряжи природными красителями с использованием биопротрав

Этап подготовки включает в себя сбор, сушку, дробление и предварительное замачивание сырья.

При получении вытяжки пигментов из растений происходит разрушение пигмент белковых комплексов, а свободные пигменты растворяются в органических растворителях. Процедура извлечения пигментов состоит в механическом разрушении клеточных структур (гомогенизация тканей растений), что достигается путем дробления сырья в дробилке. Полученное дробленое сырье просеивалось через сито с разным размером ячеек, в результате чего были отсортированы фракции с разным размером частиц, размер которых анализировался под электронным микроскопом:

- 1 группа - крупные частицы со средним диаметром от 9 до 12 мм;
- 2 группа – средний диаметр частиц 1,05 мм;
- 3 группа – средний диаметр частиц 0,55 мм (мелкая фракция).

Предварительная замочка сырья всех групп проводилась в течение 30 минут при температуре 40 °С в дистиллированной воде [3].

Для интенсификации процесса выхода красящих веществ в красильный раствор дробленое сырье подвергают озвучиванию в ультразвуковой ванне «Сапфир» УЗВ-1,3/2 (ЗАО НПО «Техноком»). Регулируемыми параметрами обработки являются время озвучивания раствора (от 1 до 99 мин), мощность генератора (до 100 Вт) и температура раствора (до 70 °С), нерегулируемым – рабочая частота колебаний (35 кГц).

Степень выбираемости красителя волокном определяли спектрофотометрическим методом. В исследованиях использован спектрофотометр Solar 2201PB в режиме поглощения на длине волн от 240 нм до 680 нм.

Оценка эффективности применения кавитационной обработки сырья проводилась по насыщенности окраски красильного раствора после экстрагирования – оптической плотности растворов, полученных по традиционной технологии. Совмещенный график влияния мощности генератора ванны и времени озвучивания на оптическую плотность раствора красильной ванны представлен на рис. 2, влияние степени измельчения корней растений на выход красильных групп представлен на рис. 3.

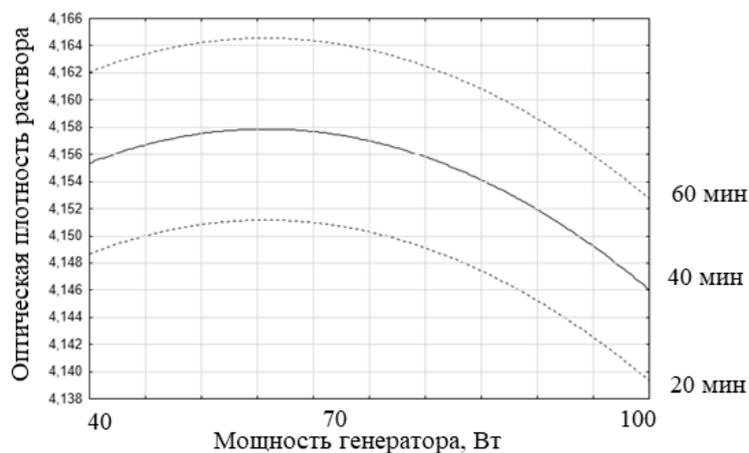
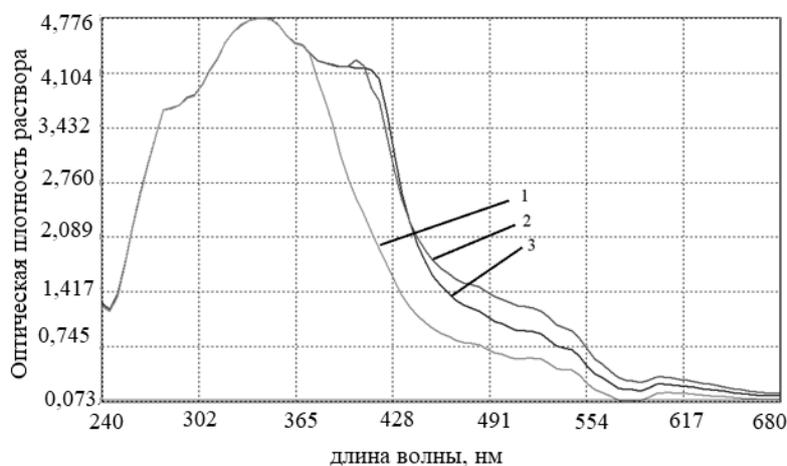


Рис.2. Зависимость оптической плотности красильного раствора корня лапчатки от мощности генератора и времени озвучивание на длине волны спектра 410нм



1 – фракции третьей группы, 2 – фракции второй группы, 3 – фракции первой группы  
Рис. 3. Спектрограмма водных растворов корня лапчатки при мощности генератора 70 Вт

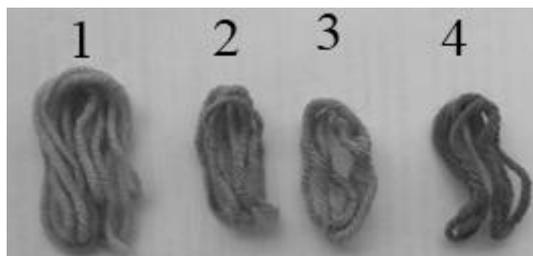
Анализ полученных результатов показывает, что выход красящих веществ в рабочий раствор при УЗ экстрагировании в значительной степени зависит от параметров озвучивания: для корневых частей растений рекомендуется мощность генератора устанавливать не более 70 Вт. Кавитационное воздействие с максимальной мощностью вызывает деструкцию клеток растения и не способствует увеличению насыщенности раствора. Длительность обработки рекомендуется устанавливать 40-50 минут.

Анализ показывает, что ультразвуковая обработка сырья с размером частиц первой и второй группы способствует выходу большего числа красильных групп, о чем свидетельствует двухволновой спектр диаграммы (линии 2 и 3) с максимум спектра на длине 410 нм. Для интенсификации этого процесса важно обеспечить высокую степень дисперсности частиц для минимизации коэффициента отражения звуковой энергии, усиления процесса растворения и вымывания содержимого из разрушенных клеток. Чем меньше частицы измельченного сухого сырья, тем больше вновь образовавшихся капиллярных каналов и ниже адсорбционная прочность сырья. Но при этом отмечается, при экстракции сырья с малым размером частиц образуется мутность раствора, плохо фильтруемая, спектрограмма водного раствора имеет одноволновой вид.

Проведены исследования по изучению влияния текстильно-вспомогательных веществ на выход красильных веществ в рабочую ванну. Готовили растворы со следующими экстрагентами:

- 1) водный раствор с добавлением 0,3% ПАВ;
- 2) водно-глицериновый раствор с массовой долей глицерина 30% с добавлением массовой доли HCl 1%;
- 3) водный раствор с добавлением массовой доли винной кислоты 2%.

Экстракция растительного сырья в присутствии экстрагентов проходила в среде горячей воды с температурой 80°C в течение 60 минут. Для установления степени влияния текстильно-вспомогательных веществ на выход красильных веществ провели окрашивание шерстяной пряжи в полученных красильных растворах при температуре 95°C в течении 40 минут (рис. 4).



1 – без экстрагентов, 2 – с добавлением ПАВ,  
 3 – с добавлением глицерина, 4 – с добавлением винной кислоты  
 Рис. 4. Результат окрашивания шерстяной пряжи

Полученная цветовая гамма образцов отличается насыщенностью оттенков, причем использование экстрагента водного раствора винной кислоты позволяет придать пряже шоколадный оттенок. [4]. Таким образом, раствор винной кислоты в дальнейшем рекомендуется в качестве протравы.

Следующим этапом реализован совмещенный процесс экстрагирования, крашения и протравления. Для этого в красильную ванну добавляют часть от требуемого объема холодной воды и помещают озвученное сырье. Постепенно нагревая ванну до требуемой температуры проводят экстрагирование в течении 40 минут. Затем вводят в полученный раствор оставшуюся часть холодной воды с добавлением протрав, температура ванны при этом понижается до 40-45°C. Погружают в красильную ванну смоченные образцы пряжи и выдерживают в течение 10 минут без повышения температуры. Затем повышают температуру до требуемой и ведут крашение пряжи в течении 30 минут. Модуль ванны 1:50.

Для протравления пряжи использовались биопротравы: 2% раствор винной кислоты, 4% раствор сока Aloe Vera, неразбавленный сок квашеной капусты. Красильная ванна с Aloe Vera имела pH=4,4, с винной кислотой pH=1,7, с соком квашеной капусты pH=3,3

Для получения образцов с разной цветовой гаммой принято решение этап крашения проводить при температуре 60, 80 и 100 °C (рис. 5).

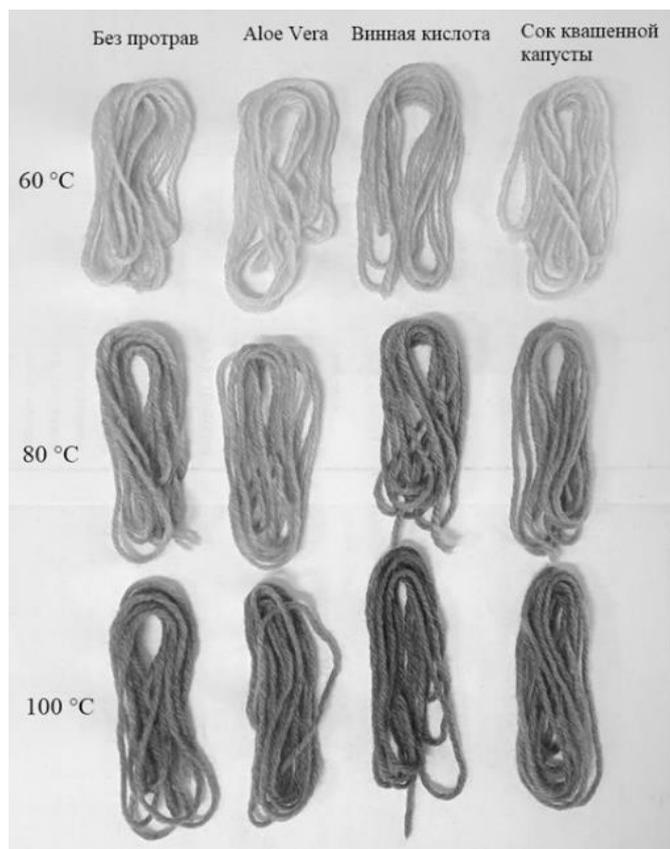


Рис. 5. Результат окрашивания пряжи с использованием биопротрав

При использовании сока Aloe Vera и квашеной капусты, винной кислоты образуется кислая среда рабочей ванны. Шерстяное волокно поглощает танин, содержащийся в экстракте корней лапчатки, за счет электростатического взаимодействия между карбоксильной группой танина и аминогруппой шерстяного волокна [5]. Низкий уровень pH увеличивает степень ионизации аминогруппы в волокнах шерсти, что приводит к улучшению поглощения красителя. Однако понижение температуры красильной ванны не дает в полной мере волокну поглотить краситель из ванны, в результате пряжа приобретает более нежные и светлые оттенки.

Последующие испытания пряжи на стойкость к мокрым обработкам показали, что образцы имеют хорошую устойчивость к мокрым обработкам, что указывает на высокую степень закрепления красителя в волокне 4- 5 балла.

Полученные образцы пряжи использованы при разработке коллекции модных аксессуаров, в частности, при изготовлении сумок (рис. 6).



Рис. 6. Вариант изделия из окрашенной пряжи

Таким образом, разработанная экотехнология крашения шерстяной пряжи природными красителями с использованием биопротрав является экологически более чистой технологией за счет снижения нагрузки на сточные воды путем исключения сбросов солей металлов, содержащихся в истощенных красильных растворах. Результаты исследований позволяют:

- снизить материалоемкость технологии крашения за счет интенсифицирующего действия ультразвуковой обработки растений перед их экстрагированием;
- снизить энергопотребление за счет применения совмещенного этапа экстрагирования, крашения и протравливания текстильных материалов;
- заменить экологически вредные протравы на базе солей металлов на биопротравы с сохранением качества прокрашивания пряжи и получением прочных окрасок;
- популяризировать в молодежной среде экологически более чистую технологию крашения текстильных материалов для развития их творческих идей и развития белорусского бренда – зеленый текстиль.

Разработанная технология представляет интерес для дизайнеров при разработке экобрендов одежды и аксессуаров, для ремесленников и мастериц, неравнодушных к проблемам загрязнения окружающей среды.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Kumar Gupta V (2020) Fundamentals of Natural Dyes and Its Application on Textile Substrates. Chemistry and Technology of Natural and Synthetic Dyes and Pigments. IntechOpen. Available at: <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.89964>
2. Samanta P (2020) A Review on Application of Natural Dyes on Textile Fabrics and Its Revival Strategy. Chemistry and Technology of Natural and Synthetic Dyes and Pigments. IntechOpen. Available at: <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.90038>
3. Скобова, Н. В. Применение экстракта корня лапчатки *Potentilla Erecta* в технологии крашения текстильных материалов / Н. В. Скобова, Н. Н. Ясинская, А. В. Горохова // Вестник Витебского государственного технологического университета. – 2024. – № 1(47). – С. 82-92. – DOI 10.24412/2079-7958-2024-1-82-92. – EDN DFFINN.
4. Переверткина И. В., Волков А. Д., Болотов В. М. Влияние глицерина на экстрагирование антоциановых пигментов из растительного сырья // Химия растительного сырья. 2011. № 2. С. 187–188. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-glitserina-na-ekstragirovanieantotsianovyhpigmentov-iz-rastitelnogo-syrya> (дата обращения: 25.02.2024).
5. Goutam, B. and Debojyoti, G. (2022) Application of Bauhinia Vahlia Bark Extract on Wool Fiber. Curr Trends Fashion Technol Textile Eng., 7(4): 555720. DOI:10.19080/CTFTTE.2022.07.555720

## ИССЛЕДОВАНИЕ АССОРТИМЕНТА И ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ ПРЕДПОЧТЕНИЙ НА ПОСТЕЛЬНОЕ БЕЛЬЕ

### RESEARCH OF THE RANGE AND CONSUMER PREFERENCES FOR BED LINEN

А.Р. Горохова, Е.Н. Власова  
A.R. Gorokhova, E.N. Vlasova

Ивановский государственный политехнический университет  
Ivanovo state Polytechnic University  
E-mail: liza17021006@gmail.com, vlasovaen-ivanovo@mail.ru

В статье рассмотрены тенденции развития рынка постельного белья. Проведен анализ ассортимента постельного белья, выпущенного одной из производственных компаний Ивановской области, а также опрос среди потребителей данной продукции. Проведено сравнение потребительских предпочтений покупателей к рисункам на белье и ассортимента постельного белья, представленного на маркетплейсе. На основе анализа данных разработаны рекомендации по совершенствованию ассортимента рисунков выпускаемых комплектов постельного белья.

**Ключевые слова:** ассортимент, потребительские запросы, постельное белье.

The article examines the trends in the development of the bed linen market. An analysis of the range of bed linen produced by one of the manufacturing companies in the Ivanovo region was carried out, as well as a survey among consumers of these products. A comparison was made between the consumer preferences of buyers for patterns on linen and the range of bed linen presented on the marketplace. Based on data analysis, recommendations have been developed for improving the range of patterns of manufactured bed linen sets.

**Key words:** assortment, consumer needs, bed linen

В настоящее время изделия домашнего текстиля, занимают значительное место на рынке потребительских товаров. К таким изделиям относят и постельное белье. Для рынка постельного белья в России характерен стабильный рост, несмотря на экономические вызовы и изменения в потребительском поведении. Основные тенденции развития рынка постельного белья включают:

- рост интереса к экологически чистым материалам. Потребители стали больше внимания уделять происхождению и составу тканей, отдавая предпочтение натуральным материалам, таким как хлопок и лён;
- увеличение спроса на комплекты постельного белья нестандартных размеров, таких как евро и семейные, что отражает стремление к комфорту;
- развитие технологий печати и дизайна, которые позволяют создавать сложные и детализированные узоры, делая каждое изделие уникальным;
- персонализация продукции. Производители предлагают услуги по индивидуальному дизайну постельного белья, что позволяет потребителям выразить свою индивидуальность через интерьерный текстиль;
- расширение ассортимента традиционных комплектов постельного белья за счет новых изделий (декоративные подушки, покрывала и пледы премиум-класса);
- рост онлайн-продаж. Интернет-магазины становятся популярными среди покупателей премиального постельного белья, предлагая белье разных производителей, удобство покупки и доставки;
- рост влияния социальных сетей, которые играют важную роль в продвижении премиальных брендов постельного белья, регулярно информируя потребителей о новых тенденциях.

Таким образом, данные тенденции указывают на то, что рынок постельного белья в России продолжает развиваться, отвечая на запросы потребителей, стремящихся к комфорту, качеству и индивидуальности в своём интерьере [1].

Для проведения исследования был сделан анализ ассортимента постельного белья производства Текстильной компании «Русский дом», который представлен на маркетплейсе Wildberries. Данная платформа очень популярна среди потребителей России, потому что онлайн-шопинг позволяет совершать покупки из дома, предварительно изучив товар и его характеристики. Данная компания реализует продажу через Wildberries, потому что это удобно не только для самого производителя, но и для клиентов всей России. С помощью маркетплейса потребитель может оценить качество текстильных изделий, выпущенных в Ивановской области.

На платформе представлено 73 наименования продукции разных дизайнов и расцветок, относящихся к ассортименту постельного белья компании «Русский дом». Многие из принтов стали популярны не только среди постоянных взрослых потребителей, но и среди подростков и детей. Например, рисунок «Гусь» пользуется большой популярностью у подрастающего поколения за счет монохромного крашения и милого образа данного персонажа, так же часто добавляются различные забавные надписи в рисунок («Гусь - обнимусь»). Также в ассортименте предприятия представлено много однотонных комплектов, что является модным трендом в домашнем текстиле. Тренд на минимализм сохраняется среди большого количества покупателей, так как белье без нанесения рисунка выглядит стильно и сдержанно.

Ассортимент рисунков для комплектов постельного белья данного предприятия отличается разнообразием и подходит для потребителей от 3 лет. Особой популярностью пользуются детские комплекты «Динозавры», «Коты», «Милые кошки».

На основе данного исследования и опроса о предпочтениях на постельное белье был проведен сравнительный анализ позиций, представленных на сайте, и потребностей пользователей сайта Wildberries. В опросе приняли участие 50 потребителей разного возраста и пола, преимущественно участвовали жители и гости Ивановской области [2].

Первое впечатление при выборе постельного белья дает внешний вид комплекта, то есть дизайн и цветовое решение. Среди разнообразия рисунков на комплектах белья были отобраны наиболее популярные. Далее в ходе опроса выполнено сопоставление предложения сайта Wildberries и предпочтения респондентов (рис. 1).

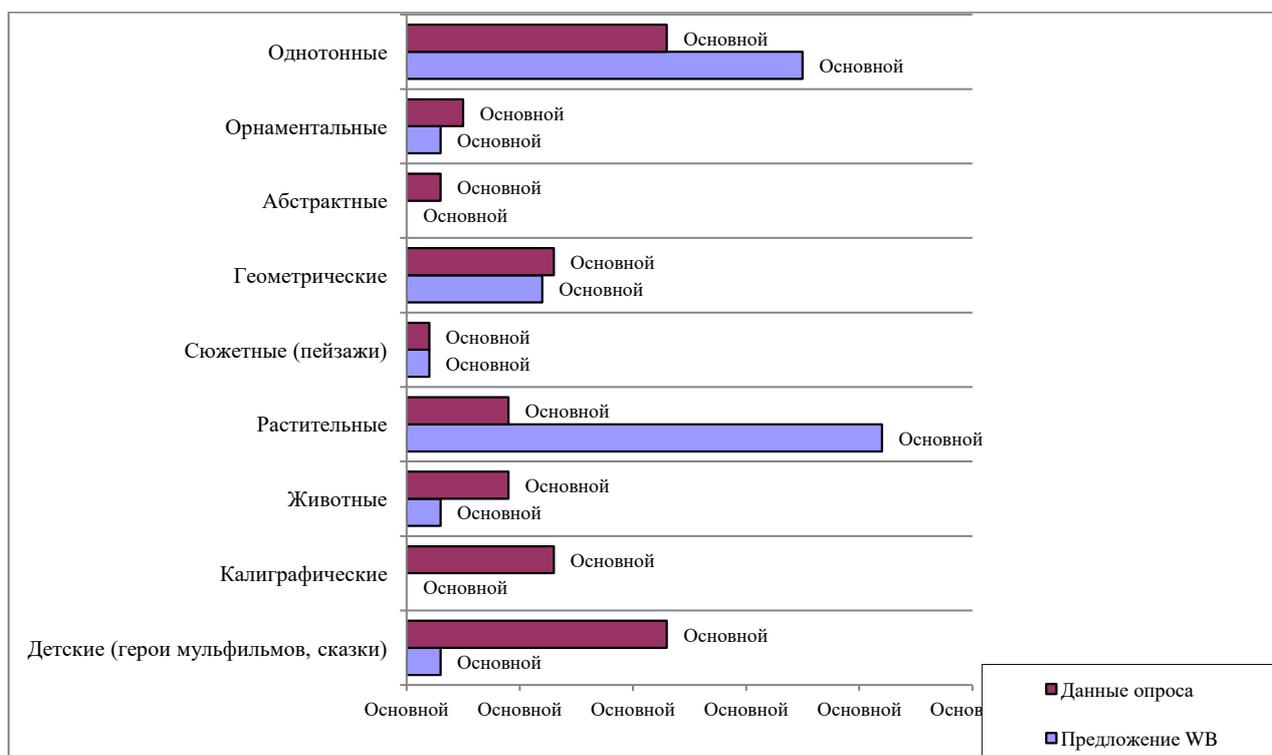


Рис. 1. Структура предпочтений рисунков на постельном белье покупателями и их фактического предложения на маркетплейсе, %

На основе результатов опроса (рис. 1) можно проследить тенденцию потребительских предпочтений покупателей и ассортимента постельного белья, представленного компанией «Русский дом» на Wildberries [3]. Предложенный ассортимент однотонных комплектов компании на маркетплейсе превышает спрос покупателей на 12%. Видимо, это объясняется тем, что монохромные комплекты предлагаются многими известными изготовителями, поэтому здесь решающее значение при покупке будет играть приверженность бренду и цена.

Ассортимент комплектов с орнаментальным рисунком требует расширения (пока 3%), так как они пользуются спросом, стоит добавить позиции с этим видом рисунка. Компания не производит постельное белье с абстрактным узором, однако, по данным опроса потребители-новаторы готовы приобрести данный рисунок (3%). Стоит обратить внимание на данную категорию покупателей, чтобы привлечь новаторов.

Геометрические фигуры популярны среди потребителей, 13% респондентов приобретают комплекты с этим видом рисунка. Стоит дополнить их ассортимент на 2-3 позиции для создания возможностей для выбора. Сюжетные мотивы пользуются небольшим спросом и данных позиций достаточно, но стоит отслеживать тенденции рынка. Один из самых популярных рисунков на сайте компании – растительный (42% в структуре предложения). Но лишь 9% потребителей купят такое постельное белье от компании «Русский дом». Стоит сократить ассортимент в этой категории, либо пересмотреть сами цветочные рисунки, либо переключить внимание на другие тематики.

Ассортимент комплектов с животным принтом стоит дополнить на 6-7%, так как спрос в три раза превышает предложение. Комплекты с каллиграфическими надписями также имеют достаточное количество любителей (13%). Однако данная компания не предлагает товар в данной категории рисунка.

Рисунки на детских комплектах должны проходить тщательный отбор, ведь маленькие покупатели обращают внимание не только на цвет белья, а также любят узнавать персонажей любимых сказок и мультфильмов. Компания предлагает лишь 3% данного рисунка в структуре всего ассортимента, однако спрос на 20% больше.

На основе сделанных выводов были разработаны рекомендации по совершенствованию ассортимента рисунков выпускаемых комплектов постельного белья. Необходимо ввести в ассортимент постельное белье с абстрактными рисунками, чтобы максимально удовлетворить запросы клиентов. Сократить долю комплектов с растительным и цветочным рисунком, перераспределив позиции в пользу других популярных мотивов. Разработать больше наименований принтов животных и каллиграфити. Выпускать больше продукции для детей с известными персонажами сказок. Благодаря внесенным изменениям ассортимент комплектов постельного белья компании «Русский дом» в интернет-магазине Wildberries будет максимально соответствовать предпочтениям потребителей, повысит лояльность постоянных клиентов и привлечет покупателей-новаторов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Власова Е.Н. Выявление показателей качества и определение конкурентоспособности тканей для изделий домашнего текстиля // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. – 2016. - №2. – С. 38-42.
2. Горохова А.Р., Власова Е.Н. Исследование потребительского спроса на постельное белье / Молодые ученые – развитию Национальной технологической инициативы (ПОИСК – 2024): сб. материалов национальной (с международным участием) молодёжной научно-технической конференции. – Иваново: ИВГПУ, 2024. - С. 952-955.
3. Моманд А.М., Языкова Д., Власова Е.Н. Экспертное исследование качества постельного белья / Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоемкие технологии и материалы (SMARTEX). - Иваново: ИВГПУ, 2021. - №1. - С. 275-278.

## ПОДХОДЫ К ЧИСЛЕННОМУ МОДЕЛИРОВАНИЮ ВЫСОКОСКОРОСТНОГО ПРОБИТИЯ КОМПОЗИТНЫХ ПЛАСТИН

### APPROACHES TO NUMERICAL MODELING OF HIGH-SPEED PENETRATION OF COMPOSITE PLATES

А.П. Гречухин, П.Н. Рудовский, А.В. Куликов, М.А. Туманов, А.М. Вершинин  
A.P. Grechukhin, P.N. Rudovsky, A.V. Kulikov, M.A. Tumanov, A.M. Vershinin

Костромской государственный университет  
Kostroma State University  
E-mail: niskstu@yandex.ru

В работе изучены различные подходы к численному моделированию высокоскоростного нагружения композитных пластин, которые могут использоваться в составе бронезащиты. Рассмотрены методы расчета на основе метода конечных элементов, а также с использованием комбинированных методов – на основе конечных элементов (FEM) в сочетании с бессеточными методами - сглаженных частиц Галеркина (SPG) и гидродинамикой сглаженных частиц (SPH). При использовании классического метода конечных элементов падение кинетической энергии приблизительно на 20% меньше, чем при использовании бессеточных методов. Одним из преимуществ SPG метода является отсутствие энергии, которая затрачивается на подавления нетипичного деформирования конечных элементов («песочные часы») и может составлять до 10% от пикового значения внутренней энергии.

**Ключевые слова:** композит, 3D-модель ткани, бронезащита, SPG, SPH, FEM.

The paper studies various approaches to numerical modeling of high-speed loading of composite plates that can be used as part of body armor. The calculation methods based on the finite element method, as well as using combined methods - based on finite elements (FEM) in combination with meshless methods - smoothed particle Galerkin (SPG) and smoothed particle hydrodynamics (SPH) are considered. When using the classical finite element method, the drop in kinetic energy is approximately 20% less than when using meshless methods. One of the advantages of the SPG method is the absence of energy that is spent on suppressing atypical deformation of finite elements ("hourglass") and can be up to 10% of the peak value of internal energy.

**Keywords:** composite, 3D fabric model, body armor, SPG, SPH, FEM.

В предлагаемой работе рассмотрен вопрос численного моделирования высокоскоростного поперечного нагружения композитов на основе текстильных материалов (тканей) из арамидных нитей при пробитии пулей пакета ткани полотняного переплетения.

Принято допущение, что до потери прочности арамидные нити подчиняются закону Гука. Это допущение подтверждено многими исследованиями [1–5]. Также учтены эффект влияния скорости деформирования на модули упругости и предел прочности арамидных волокон [6 – 8]. Для нитей используется упругая модель с повреждением материала за счет снижения основного модуля упругости волокна.

Расчетные модели построены таким образом, чтобы основная ось волокон в нитях была расположена вдоль волокна. Плотность материала нитей и модули упругости определены с учетом объемной доли волокна.

Использованы конечные элементы с одной точкой интегрирования, основным недостатком которых является необходимость управления возникающими режимами с нулевой энергией, называемыми режимами «песочных часов». В ходе моделирования данная энергия должна быть как можно меньше. В представленном исследовании использовался способ контроля режимов с нулевой энергией по жесткости [9]. Для контроля контактной энергии и учета проникновения элементов друг в друга и порождения отрицательной контактной энергии раздельно контролировалась энергия, порождаемая трением нитей и контактной энергией. Все контакты определены контактной моделью с эрозией элементов и обновлением контактной поверхности.

Материал пули моделировался с использованием модели Джонсона-Кука с уравнением состояния Ми-Грюнайзена [9]. Это позволяет учитывать деформацию и разрушение пули. Пуля состоит из оболочки, стального сердечника и свинцовой рубашки.

Численное моделирование проводилось с использованием метода конечных элементов с явной схемой интегрирования в комбинации с другими бессеточными методами – сглаженных частиц Галеркина (SPG) [10] и гидродинамикой сглаженных частиц (SPH) [9]. Цель исследований – ответить на вопрос на сколько могут отличаться результаты моделирования при использовании различных подходов.

Метод SPG был специально разработан для моделирования разрушения пластичных материалов. В отличие от традиционного метода конечных элементов, в котором для моделирования разделения материала используется метод эрозии элементов, что приводит к нежелательным потерям массы, импульса и энергии, метод SPG использует механизм разрушения на основе связей, имитирующий разрыв (из-за разделения материала) в поле перемещения без нарушения законов сохранения. Схема расчета без использования какой-либо фоновой сетки (в противном случае ее было бы невозможно построить после разделения), позволяет использовать метод SPG для точного моделирования процесса разделения материала.

Метод SPH также является бессеточным и хорошо подходит для моделирования жидкостей. Метод менее устойчив к большим растяжениям материала. Альтернатива методу – использование адаптивного подхода, который предусматривает превращение разрушенных узлов и элементов, рассчитанных с использованием метода конечных элементов в SPH частицы.

Исследования образцов выполнены путем поперечного сквозного пробития образцов с фиксацией скорости пули на входе и выходе образца. Скорость пули 895 м/с. Размер образца 100×100 мм. Образец состоял из центральной зоны размером 15×15 мм, который представлял композит с армирующим наполнителем из ткани и эпоксидной матрицы. Вокруг центральной зоны расположен монолитный материал по свойствам наиболее близкий к исследуемому материалу. Это сделано для снижения расчетного времени, т.к. установлено, что основная зона разрушения составляет не более 15 мм в диаметре. Ткань моделировалась на уровне нитей и использовалась ортотропная модель материала, смола, заполняющая поры между нитями в ткани моделировалась изотропным материалом. Модули упругости и модули сдвига материала нити:  $E_1 = 126$  ГПа;  $E_2 = E_3 = 8$  ГПа;  $G_{12} = G_{13} = G_{23} = 21$  ГПа; коэффициент Пуассона  $\mu = 0,3$ ; плотность нитей  $\rho = 1224$  кг/м<sup>3</sup>, критерий разрушения по деформации  $\epsilon = 0,027$ . Параметры пули принимались из [11], параметры материала нитей и ткани из [12-14]. Параметры эпоксидной смолы  $E = 3$  ГПа;  $\mu = 0,3$ ;  $\rho = 1200$  кг/м<sup>3</sup>; предел прочности  $\sigma = 100$  МПа.

Результат моделирования представлен на рис. 1 (а – FEM, б – SPG, в – FEM-SPH).

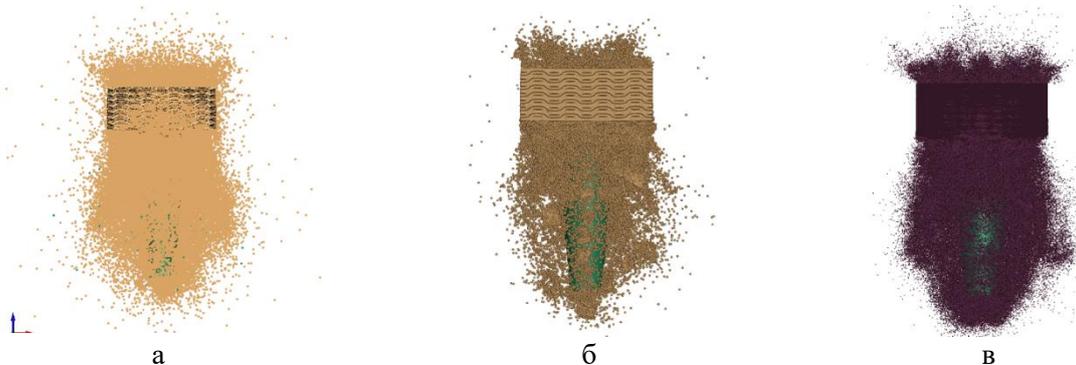


Рис. 1. Пробитие композитных пластин (а – FEM, б – SPG, в – FEM-SPH)  
Изменение кинетической энергии пули (всех ее частей суммарно) представлено на рис.2.

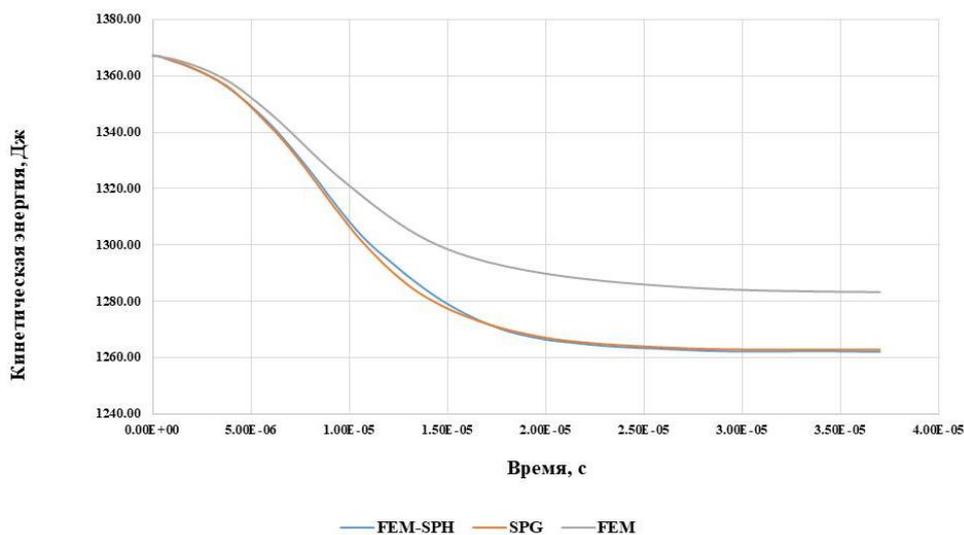


Рис. 2.

Во всех расчетах узлы элементов продолжали оставаться активными даже после разрушения. Из рис. 2 видно, что при использовании классического метода конечных элементов падение кинетической энергии приблизительно на 20% меньше, чем при использовании бессеточных методов. При этом картина разрушения отличается при использовании SPG метода – наблюдаются оторвавшиеся куски материала. Одним из преимуществ SPG метода является отсутствие энергии, которая затрачивается на подавления нетипичного деформирования конечных элементов («песочные часы») и может составлять до 10% от пикового значения внутренней энергии.

*Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 24-29-20162, <https://rscf.ru/project/24-29-20162/>*

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Tran P., Ngo T., Yang E.C., Mendis P., Humphries W. Effects of architecture on ballistic resistance of textile fabrics: Numerical study / P. Tran, T. Ngo, E.C. Yang, P. Mendis and W. Humphries. // *International Journal of Damage Mechanics*.- 2014.- Vol. 23.- P. 359-376.
2. Nilakantan, Gaurav, Suzanne Horner, Virginia Halls and James Q. Zheng. “Virtual ballistic impact testing of Kevlar soft armor: Predictive and validated finite element modeling of the V 0 - V 100 probabilistic penetration response.” *Defence Technology* (2018): 213-225.
3. Игнатова А.В., Долганина Н.Ю., Сапожников С.Б., Шаблей А.А. Поверхностная обработка арамидной ткани и ее влияние на механику фрикционного взаимодействия нитей // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Механика. – 2017 – № 4 – С. 121–137. DOI: 10.15593/perm.mech/2017.4.09.
4. Kudryavtsev O.A., Sapozhnikov S.B.. Yarn-level modelling of woven and unidirectional thermoplastic composite materials under ballistic impact / O.A. Kudryavtsev, S.B. Sapozhnikov // *PNRPU Mechanics Bulletin* 3.- 2016.- P. 108-119.
5. Rao, M.P. & Duan, Y. & Keefe, Michael & Powers, B.M. & Bogetti, Travis. (2009). Modeling the effects of yarn material properties and friction on the ballistic impact of a plain-weave fabric. *Composite Structures - COMPOS STRUCT.* 89. 556-566. 10.1016/j.compstruct.2008.11.012.
6. Gasser, A. & Boisse, Philippe & Hanklar, S.. (2000). Mechanical behaviour of dry fabric reinforcements. 3D simulations versus biaxial tests. *Computational Materials Science.* 17. 7-20. 10.1016/S0927-0256(99)00086-5.
7. Tan V.B.C., Zeng X.S., Shim V.P.W. Characterization and constitutive modeling of aramid fibers at high strain rates. *International Journal of Impact Engineering.* 2008, vol. 35, pp. 1303-1313. DOI: 10.1016/j.ijimpeng.2007.07.010.

8. Zhu, D., Mobasher, B., Rajan, S.D. (2011). Experimental Study of Dynamic Behavior of Kevlar 49 Single Yarn. In: Proulx, T. (eds) Dynamic Behavior of Materials, Volume 1. Conference Proceedings of the Society for Experimental Mechanics Series. Springer, New York, NY. [https://doi.org/10.1007/978-1-4419-8228-5\\_21](https://doi.org/10.1007/978-1-4419-8228-5_21).
9. LS-DYNA Theory Manual – Livermore.: Livermore Software Technology Corporation. – 2019, 886 p.
10. CT Wu, Y Wu, D Lyu, X Pan, W Hu, The momentum-consistent smoothed particle Galerkin (MC-SPG) method for simulating the extreme thread forming in the flow drill screw-driving process, Computational Particle Mechanics 7 (2020) 177-191.
11. Гречухин А. П., Куликов А. В., Старинец И.В., Ершов В.Н., Рудовский П.Н. Численная модель удара высокоскоростного объекта о тканую преграду из арамидных нитей. Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2024. № 1 (409). С. 211-217.
12. Гречухин А.П., Хабибуллоев А., Рудовский П.Н., Рудковский М.Д. Технология формирования 3d-ортогональных тканей для композитов в составе бронежилета. Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2021. № 6 (396). С. 77-83.
13. Гречухин А.П., Ушаков С.Н., Рудовский П.Н., Палочкин С.В. Определение рациональных параметров системы заправки нитей при формировании трехмерного ортогонального тканого волокнистого материала. Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2018. № 5 (377). С. 111-115.
14. Ушаков С.Н., Гречухин А.П., Рудовский П.Н., Палочкин С.В. Влияние величины смещения слоя горизонтального утка на плотность расположения вертикальных слоев нитей при формировании трехмерных ортогональных тканей. Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2018. № 6 (378). С. 96-100.

## ИННОВАЦИОННЫЙ МАСКИРУЮЩИЙ ТЕКСТИЛЬ С ГИДРОФОБНЫМИ СВОЙСТВАМИ

### INNOVATIVE MASKING TEXTILE WITH HYDROPHOBIC PROPERTIES

Р.А. Гришин, М.Н. Ионкина, О.В. Козлова  
R.A. Grishin, M.N. Ionkina, O.V. Kozlova

Ивановский государственный химико-технологический университет  
Ivanovo state university of chemistry and technology  
E-mail: r.grishin@live.ru, ovk-56@mail.ru

Работа посвящена разработке технологии получения текстильного материала для силовых структур с эффектом ИК-ремиссии и гидрофобными свойствами. Показана возможность совмещения двух эффектов, благодаря добавлению в пигментно-полимерную композицию фторорганического соединения, придающего ткани водоотталкивающие свойства, что является экономическим и технологическим преимуществом в сравнении с раздельным получением этих свойств.

**Ключевые слова:** водоотталкивание, ИК-ремиссия, полимерно-клеевые композиции, минеральные наполнители, пигмент, силовые структуры, текстильные материалы.

The work is devoted to the development of a technology for obtaining textile material for power structures with the effect of IR remission and hydrophobic properties. The possibility of combining two effects is shown, due to the addition of a fluoroorganic compound to the pigment-polymer composition, which imparts water-repellent properties to the fabric, which is an economic and technological advantage compared to the separate production of these properties.

**Keywords:** water-repellent; IR remission; polymer-adhesive compositions; mineral fillers; pigment; power structures; textile materials.

Текстильная промышленность постоянно развивается, появляются новые технологии, оборудование, виды ткани и т.д. Одним из актуальных направлений в производстве и отделке текстильных материалов является создание ткани, маскирующей объект в естественной местности, а также в приборах ночного видения [1]. Ткань такого типа может применяться в различных сферах – рыбалка, охота, пейнтбол, страйкбол, лазертаг и т.д. Помимо наличия маскирующего эффекта в дневное и ночное время суток, текстильный материал должен обладать еще и гидрофобным эффектом.

Цель работы – разработка технологического процесса, включающего в себя рецептуры полимерного покрытия для текстиля, обеспечивающего получение эффекта ИК-ремиссии и водоотталкивающих свойств.

На первом этапе исследования были проанализированы актуальные технологии получения водоотталкивающих свойств и препараты, используемые для этого, а именно препараты зарубежного производства: HUCA (Archroma), RUCO-Guard AIR (Rudolf), SF Guard S8. Это препараты нового поколения, которые не требуют дополнительного использования сшивающих компонентов. Лучшим из этого списка оказался препарат SF Guard S8, поскольку он дает наилучший эффект гидрофобности. Отечественные аналоги пока что не способны составить достойную конкуренцию импортным реактивам.

Основой полимерной композиции для получения вышеперечисленных эффектов является отечественный акриловый полимер, гидрофобизатор на основе фторкарбоновых кислот и термореактивный сшиватель. Концентрации препаратов и условия проведения процессов пропитки, сушки и термообработки отработаны авторами в течение многочисленных исследований [2-4]. Технология заключается в следующем: текстильный материал модифицируется, путем нанесения на него ракельным способом загущенной полимерной композиции, с последующей подсушкой и фиксацией горячим воздухом при 150-160<sup>0</sup>С в течение 2-3 мин.

После обработки, результаты водоотталкивающего эффекта оценивались по времени удержания капли на поверхности текстильного материала. Помимо гидрофобных свойств, ткань приобретает олеофобные свойства. Это проверялось путем использования испытательных жидкостей с различным поверхностным натяжением, которые прописаны в GOST Soil-Release AATCC-Test 130-1969. Также эффект оценивался по значениям угла раскрытия складки, показывающие изменения в упруго-эластичных свойствах ткани.

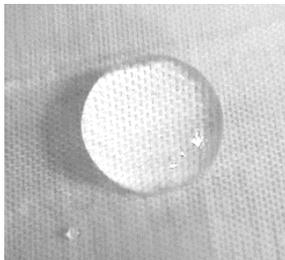


Рис. 1. Капля воды на поверхности текстильного материала

Поскольку такая отделка актуальна для одежды специального назначения, в качестве объектов исследования выбраны полиэфирсодержащие ткани.

Для придания ткани эффекта ИК-ремиссии, использовалась ахроматическая добавка минерального происхождения, которая добавлялась в полимерную композицию в выверенной концентрации. Концентрация добавки подбиралась таким образом, чтобы текстильный материал в видимой области был не слишком темный, а в ИК-диапазоне сливался с окружающей средой, т.к. если концентрация будет недостаточна, то объект будет казаться «белым пятном», а если избыточна – «черным».

Результаты получения эффекта ИК-ремиссии на ткани оценивались с помощью спектральных характеристик покрытия в сравнении с исходной колорированной под «камуфляж» ткани, снятые в рабочем диапазоне 400–1100 нм, с применением специального спектрофотометра. На рис.2 на примере одного из пятен цвета хаки представлены характеристические кривые отражения исходной окраски (верхняя кривая) и после покрытия полимерной композицией с добавкой 0,25 г/кг минерального компонента (нижняя кривая). Визуальную разницу оценивали с помощью фотоаппарата «Sony» с функцией ИК подсветки для ночного наблюдения.

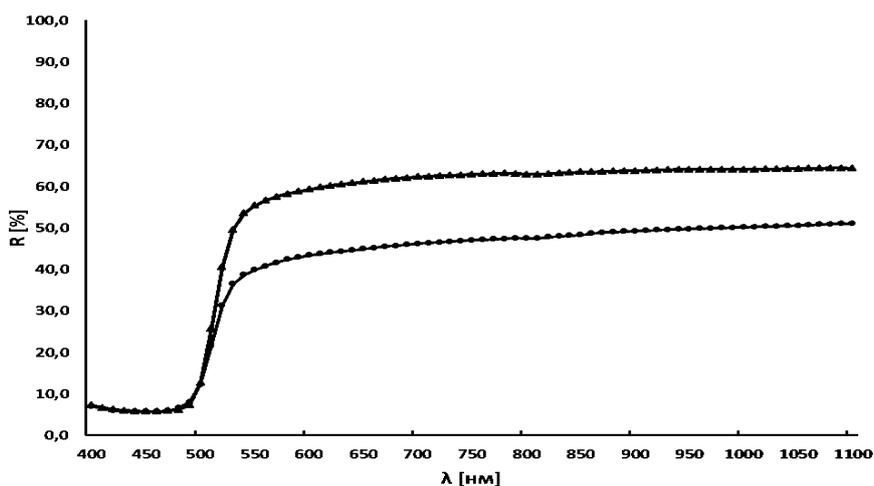


Рис. 2. Спектральные характеристики окрасок пигментом хаки: верхняя кривая – без модификации; нижняя – с поверхностной модификацией полимерной композицией. R [%] – отражение,  $\lambda$  [нм] – длина волны

По спектральным кривым видно, что благодаря разработанной технологии уровень ремиссии снижается с 65% до 40%, тем самым повышается маскирующий эффект объекта в

приборе ночного видения. Проведены исследования по модификации напечатанных под камуфляж образцов различной гаммы оттенков (серо-голубой, хаки, желто-коричневой и др.) на полиэфирных тканях и построены цветовые охваты в колористической системе СМУК, которые наглядно показывают разницу между спектральными характеристиками исходной и модифицированной ткани [4]. Испытания технологии в природных условиях на охотничьих и спортивных костюмах, пошитых из модифицированных материалов, проведены совместно со специалистами из научной лаборатории, занимающейся защитными технологиями.

*Работа выполнена в рамках Государственного задания на выполнение НИР, тема № FZZW-2023-0008 с использованием ресурсов Центра коллективного пользования научным оборудованием ИГХТУ (при поддержке Минобрнауки России, соглашение № 075-15-2021-671)*

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Razouvaev A. Russia. CIS. Baltics. Textile Industry. Sulphur Dyes. Sulphur Dyes Bulletin Marketing No.5, Clariant Productos SA., 1998, 109-113.
2. Зимнуров А.Р., Козлова О.В., Одинцова О.И. Современное состояние и перспективы развития технологии получения текстиля с ИК-ремиссией //Известия высших учебных заведений. Технология легкой промышленности. 2020. Т. 50. № 4. С. 40-44.
3. Санжеева Е.Б., Одинцова О.И., Козлова О.В. Современные достижения в области применения водных дисперсий акриловых полимеров в производстве текстиля //Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2022. № 1 (397). С.197-200.
4. Гришин Р.А., Зимнуров А.Р., Санжеева Е.Б., Козлова О.В., Одинцова О.И. Полимерное покрытие для придания текстильным рисункам эффекта ИК-ремиссии // Российский химический журнал. 2022. №. 2. Том LXVI. С. 28-32

**РАЗРАБОТКА АВТОРСКОЙ КОЛЛЕКЦИИ ОДЕЖДЫ ПО МОТИВАМ СКАЗОК  
А.С. ПУШКИНА ДЛЯ КОНКУРСА «ПУШКИНСКИЙ БАЛ» САНКТ-ПЕТЕРБУРГ**

**DEVELOPMENT OF AN AUTHOR'S COLLECTION OF CLOTHES BASED ON  
A.S. PUSHKIN'S FAIRY TALES FOR THE CONTEST "PUSHKIN BALL" ST.  
PETERSBURG.**

В.А. Гудимова  
V.A. Gudimova

Ивановский государственный политехнический университет  
IvanovoStatePolytechnicUniversity  
E-mail: victoriagudimova@gmail.com

В статье рассматривается коллекция одежды "Не барышня-крестьянка", представляющая собой современную интерпретацию образов героинь произведений А. С. Пушкина. Анализируются авангардные элементы конструкции, минималистический стиль и использование иллюстраций Вячеслава Назарука для визуализации пушкинских сказок. Подчёркивается, как коллекция отражает философские и эмоциональные аспекты творчества Пушкина, а также её значимость в контексте современного модного дизайна.

**Ключевые слова:** коллекция одежды, Александр Пушкин, иллюстрация, минимализм, авангард, мода.

The article deals with the clothing collection 'Not a peasant young lady', which is a modern interpretation of the images of heroines of Alexander Pushkin's works. Avant-garde design elements, minimalist style and the use of illustrations by Vyacheslav Nazaruk to visualise Pushkin's fairy tales are analysed. It is emphasised how the collection reflects the philosophical and emotional aspects of Pushkin's work, as well as its significance in the context of contemporary fashion design.

**Keywords:** clothing collection, Alexander Pushkin, illustration, minimalism, avant-garde, fashion.

Сказки играют значительную роль в жизни человека, выполняя несколько ключевых функций. Особое внимание следует уделить произведениям Александра Сергеевича Пушкина, которые являются важной частью русского культурного наследия. Сказки Пушкина не только развлекают, но и образуют, закрепляя моральные и этические ориентиры.

Во-первых, сказки Пушкина представляют собой мощный источник культурной идентичности. Они основаны на народных мотивах и традициях, что позволяет читателям глубже понять русскую культуру и фольклор. Литературные персонажи, такие как Баба Яга, Кот учёный и золотая Рыбка, стали символами, создавшими прочную связь между прошлым и настоящим. Например, "Сказка о рыбаке и рыбке" содержит в себе важные уроки о скромности и ценности того, что мы имеем.

Во-вторых, в произведениях Пушкина отражены ключевые моральные и этические вопросы. Каждая сказка может служить объектом анализа с точки зрения понимания таких понятий, как добро, справедливость и любовь. К примеру, в "Сказке о царе Салтане" показано, как торжествует добро над злом, а терпение и любовь приводят к позитивному исходу. Эти темы остаются актуальными и в современном обществе, формируя ценностные ориентиры.

Кроме того, сказки Пушкина оказывают влияние не только на литературу, но и на искусство, моду и дизайн. Вдохновение, черпаемое из его произведений, может быть успешно применено в создании коллекций одежды. Уникальные образы, цветовые решения и текстуры могут отражать атмосферу пушкинских сказок, создавая целостный стиль, который привлечёт внимание и вызовет ассоциации с его произведениями.

Таким образом, сказки, и особенно произведения Пушкина, занимают важное место в жизни человека, способствуя формированию культурной идентичности, воспитанию нравственных ценностей и вдохновляя на креативные решения в современном искусстве и дизайне. Эти сказки остаются актуальными, сохраняя свою значимость для новых поколений.

Вячеслав Назарук — выдающийся советский и российский художник, мультипликатор и иллюстратор, чье творчество оставило заметный след в российской культуре. Работая над созданием анимационных фильмов, таких как «Кот Леопольд», «Заяц — симулянт», «Крошка Енот», «Кот в сапогах» и многих других, Назарук продемонстрировал уникальный подход к обогащению русской мультипликации. В его фильмографии насчитывается более 45 мультфильмов, каждый из которых вносит свой вклад в развитие анимационного искусства.

Значительная часть творческого наследия В. Назарука связана с иллюстрацией, посвященной славянской истории и культуре, что особо проявляется в его последних проектах. По возвращении из Америки, где он проводил мастер-классы и лекции, художник столкнулся с важными предложениями, среди которых роспись храма Христа Спасителя и участие в создании подарочного издания к 200-летию со дня рождения Александра Сергеевича Пушкина. Назарук выбрал второй проект, что подчеркивает его уважение к классической русской литературе и важность ее наследия.

Работа над иллюстрациями к пушкинским сказкам стала для художника не только профессиональным вызовом, но и личным достижением. Как отметил сам Вячеслав Назарук, возможность обратиться к произведениям Пушкина — это «великое счастье и великая честь». Это утверждение говорит о его глубоком понимании значения творчества поэта для русской культуры. Назарук стремится не просто проиллюстрировать известные сюжеты, но также передать их духовную суть и взаимосвязь с современностью.

Иллюстрации Назарука приносят новую жизнь в пушкинские сказки, создавая яркие и эмоционально насыщенные образы, которые способствуют углубленному восприятию текста. Его художественный стиль характеризуется живописностью, динамичностью и вниманием к деталям, что позволяет зрителю ощутить атмосферу сказок, восприятие которых во многом зависит от визуального ряда.

Таким образом, Вячеслав Назарук в своем творчестве успешно сочетает традиции русской художественной культуры с современными подходами, взаимодействуя с известными литературными текстами. Его индивидуальный стиль и инновационные методы делают его работы значимыми не только для искусства, но и для образования, способствуя популяризации классической литературы среди новых поколений. Важно отметить, что художник, через свою деятельность, продолжает укреплять связь между русским литературным наследием и современным искусством, делая его доступным и актуальным для широкой аудитории. На рис.1 представлен макет для печати с иллюстрациями В. Назарука из произведений А.С. Пушкина.



Рис.1. Макет для печати на ткани с иллюстрациями В. Назарука

Вдохновившись творчеством Пушкина, дизайнеры и художники стремятся осмыслить его персонажей и темы через призму современности см. рис.2. Одной из таких интерпретаций стала коллекция одежды "Не барышня-крестьянка" см. рис.3, которая предлагает новый взгляд на образы пушкинских героинь, соединяя их с актуальными социальными и культурными контекстами.



Рис.2. визуальный коллаж для разработки концепции

Коллекция "Не барышня-крестьянка" представляет собой уникальное художественное высказывание, в котором удачно сочетаются элементы минимализма и конструктивизма. В коллекции использованы авангардные формы, которые акцентируют внимание на силуэтах и текстурах материалов. Углубленные серые и черные оттенки, наряду с яркими красными вкраплениями, отражают эмоциональную насыщенность и контрастность пушкинской поэзии. Эти цвета не только создают визуальный эффект, но и символизируют внутреннее состояние современных женщин, их силу и уверенность.



Рис.3. Эскизный ряд коллекции «Не Барышня-крестьянка»

Каждое изделие в коллекции становится данью уважения к духу творчества Пушкина, в котором заключены идеи любви, свободы и самоопределения. Центральным элементом коллекции является переосмысленная народная русская одежда, что позволяет провести параллели с традициями и культурным наследием. Элементы, такие как свободные силуэты и лаконичные детали, подчеркивают красоту в простоте, а также суть русской души, которая всегда искала гармонию между внешним и внутренним.

В этой коллекции воплощены не только образы пушкинских героинь, но и идеи о силе, стойкости и индивидуальности современных женщин. Каждая вещь становится символом независимости и самовыражения, трансформируя классические архетипы в актуальные образы, близкие современному обществу. Таким образом, "Не барышня-крестьянка" представляет собой не просто модное высказывание, но и социальный комментарий, отражающий искренние чувства и стремления женщин сегодняшнего дня рис.4.

Заключая, можно утверждать, что коллекция "Не барышня-крестьянка" является ярким примером синтеза традиций и современности, который способен вдохновить и вызвать интерес как у профессионалов модной индустрии, так и у широкой аудитории, стремящейся найти смысл и красоту в собственном самовыражении. Эта коллекция служит не только модным шедевром, но и культурным феноменом, который продолжает доказывать актуальность пушкинского наследия в наш современный мир.



Рис.4. стилистическая фотосъемка

Коллекция является призёром международного конкурса дизайнеров, посвящённого 225-летию Александра Сергеевича Пушкина «Пушкинский бал» в Санкт-Петербурге. Также коллекция была представлена и стала призёром в региональном этапе международного конкурса молодых дизайнеров «РУССКИЙ СИЛУЭТ» в рамках Фестиваля творческой молодежи «ДИЗАЙН В ПОЛЕ ЗРЕНИЯ» в г. Кострома. А также была представлена на 62-й федеральной текстильной выставке "Текстильлегпром" в Москве в выставочном центре Крокус Экспо.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Анненков П.В. Жизнь и труды Пушкина. Лучшая биография поэта <https://www.rulit.me/books/zhizn-i-trudy-pushkina-luchshaya-biografiya-poeta-read-366962-1.html>
2. Мода 24/7 интернет-журнал <https://moda247.ru/peterburgskij-pushkinskij-bal-2024/>
3. Щепетильность в деталях. Иллюстрации Вячеслава Назарука // Лабиринт : [сайт]. – URL: <https://www.labyrinth.ru/child-now/illyustracii-nazaruka/> (дата обращения: 26.05.2020)
4. Пушкин, Александр Сергеевич (1799-1837). Сказки А.С. Пушкина / = Сказки Александра Сергеевича Пушкина / Ред. В.П. Авенариуса; С рис. М.В. Нестерова. — Москва : А.Д. Ступин, 1888. — [2], 104 с. : ил. : 26. [https://rusneb.ru/catalog/000199\\_000009\\_003622713/](https://rusneb.ru/catalog/000199_000009_003622713/)

## ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ КАРКАСНЫХ ПРОКЛАДОК ИЗ ПОЛИМЕРНЫХ СЕТЧАТЫХ ПОЛОТЕН В ШВЕЙНЫЕ ИЗДЕЛИЯ

### STUDY OF THE PROPERTIES OF ALTERNATIVE FRAME INTERIOR PADS MADE OF POLYMER MESH FABRICS IN GARMENTS

И.Д. Гусев, О.Д. Шашкова, Е.Г. Андреева, М.А. Гусева  
I.D. Gusev, O.D. Shashkova, E.G. Andreeva, M.A. Guseva

Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина  
(Технологии. Дизайн. Искусство) (Москва)  
Kosygin Russian State University (Technology. Design. Art) (Moscow)  
E-mail: gusev\_ivan97@mail.ru

Преимуществом технологии трехмерной печати деталей в швейные изделия является предсказуемость формы, полученной 3D-прототипированием. Множественные проблемы качества печати и большой процент остатков филаментов вынуждают дизайнеров и технологов искать альтернативные решения. В статье представлены результаты эксперимента по получению жестких прокладок из полимерных сетчатых полотен медицинского назначения в реабилитационную швейную продукцию.

**Ключевые слова:** реабилитационные швейные изделия, 3D прототипирование, воздухопроницаемость, жесткость, сетчатые прокладки.

The advantage of 3D printing technology for garments is the predictability of the shape obtained by 3D prototyping. Multiple print quality issues and a large percentage of filament residues force designers to look for alternative solutions. The article presents the results of an experiment on obtaining rigid pads from polymer mesh fabrics for medical purposes in rehabilitation garments.

**Keywords:** rehabilitation garments, 3D prototyping, air permeability, rigidity, mesh pads.

Травмы и болезни костно-мышечной системы человека стимулируют развитие реабилитационных мероприятий и услуг, направленных на улучшение качества жизни и сохранение работоспособности населения [1]. Современный подход к развитию ортопедической помощи нуждающимся предусматривает расширение ассортимента реабилитационной продукции [2], в число которых входят изделия, обладающие функциями фиксации, разгрузки и стимулирования проблемных зон. Согласно утверждениям медиков, перегрузка поврежденного участка травмированных конечностей заканчивается осложнениями, а недогрузка сопровождается атрофией мышц и увеличением продолжительности восстановительных процедур [3]. Так, исследования [4-6] продемонстрировали, что длительная иммобилизация конечностей, сопровождаемая пассивным состоянием мышц, провоцирует удлинение мышечных волокон, что в дальнейшем меняет тактику лечения – формируется необходимость использования фиксирующих устройств для постановки конечностей в правильном положении. В качестве таких конструкций применяют различные туторы, ортезы, деротационные манжеты [7] и др.

Одним из нарушений функционирования организма, связанным с иммобилизацией нижних конечностей, является мультисенсорная деафферентация – прекращение поступления в центральную нервную систему сенсорных импульсаций от скелетно-мышечной системы [8]. Для восстановления дисфункций применяют массажные и постуральные стельки [3] и подошвенные ортезы [9], стимулирующие двигательную активность в ответ на раздражители.

Технология изготовления подобных прокладок сложной пространственной конфигурации основана на получении трехмерной копии стопы и последующего 3D-прототипирования объекта, что гарантирует высокое антропометрическое соответствие. Однако, исследователи указывают на множественные недостатки 3D печати, в числе которых

длительность дорогостоящей процедуры изготовления [10], пониженные гигиенические свойства филаменов, большой процент невостробованного пластика (удаление «поддержек», концевые остатки пластиковых нитей и др.), ломкость изделий, связанная с нарушением технологии или неправильной настройкой оборудования [11] и др.

В качестве альтернативы 3D-прототипированию мы предлагаем для швейной реабилитационной продукции технологию изготовления каркасных прокладок из полимерных сетчатых полотен медицинского назначения [12]. В качестве исследуемого материала выбраны полимерные бинты INTRARICH-CAST различной степени жесткости [13]. Полимерные бинты более десяти лет применяют в качестве альтернативы гипсу для фиксации положения травмированной конечности при неосложненных переломах. Положительные свойства таких повязок – высокое соответствие конфигурации сформованной оболочки участку тела, жесткость, воздухопроницаемость и водостойкость.

В статье представлены исследования по реализации способа изготовления формованной жесткой прокладки, размещаемой в донышко реабилитационных чехлов для ног (рис. 1) пациентов с политравмами костно-мышечной системы [14, 15], проходящих лечение установкой чрескостных аппаратов внешней фиксации (ЧАВФ) на различные участки ноги (голень, бедро, коленный сустав, голеностоп). Анализ методик лечения политравм конечностей с применением (ЧАВФ) показал, что длительность восстановительного периода составляет от полугода до 3-3,5 лет [16]. На начальной стадии реабилитации пациентам запрещена нагрузка на конечность, умеренные движения без контакта стопы с полом совершаются с опорой на костыли. С разрешением перемещений с выходом за пределы медучреждения пациентами востребованы швейные изделия, защищающие участок тела с ЧАВФ от неблагоприятного воздействия окружающей среды на [17].



Рис. 1. Модель утепленного реабилитационного чехла для ног травмированных пациентов с ЧАВФ: а) общий вид изделия, б) размещение прокладки в донышко изделия

Длительное обездвиживание и потеря навыков ходьбы восстанавливаются упорным трудом травмированных и комплексом процедур, направленных на стимулирование нервно-мышечной афферентации. На активизацию работы мышц направлено, в том числе, и использование стелек [18]. Так, технология изготовления стелек FormThotics™ основана на формировании сплошного контакта стопы человека с поверхностью подошвенного ортеза, что стимулирует нервно-импульсную реакцию организма, чем корректируются двигательные функции [19]. Для осуществления такого обширного контакта применяют заготовки стелек из специальных материалов, при соприкосновении стопы с поверхностью заготовки происходит формирование ее пространственной конфигурации (рис. 2).



Рис. 2. Стелька FormThotics™

Формовочная способность полимерных полотен INTRARICH-CAST позволяет в течение 20 минут (период застывания полиуретановой смолы, пропитывающей полотно из 100% полиэстера) получить деталь искомой пространственной конфигурации (рис. 3).



Рис. 3. Образец прокладки из слоев полимерного бинта в доньшко реабилитационного чехла для ног

Для обоснования применимости синтетических бинтов INTRARICH-CAST в качестве материала для изготовления прокладок проведены исследования свойств. Синтетические бинты – это рулонные сетчатые полотна, образованные переплетением полимерных нитей с крупным сечением. Толщина нитей измерена с использованием цифрового микроскопа с индексом увеличения X1600. «Жесткие» образцы бинтов изготовлены из нитей толщиной 0,71 мм, а «полужесткие» - 0,58 мм.

Расчет линейной плотности нитей в образцах бинтов INTRARICH-CAST показал, что в модификации «жесткие» параметр составил 78,3 текс, для «полужестких» - 57,8 текс.

Поверхностная плотность «жестких» сетчатых полотен составила 389 г/м<sup>2</sup>, «полужестких» - 372 г/м<sup>2</sup>.

Исследование жесткости экспериментальных образцов прокладок проведено в соответствии с методиками, изложенными в ГОСТ-10550-93 «Материалы текстильные. Полотна. Методы определения жесткости при изгибе» и ГОСТ 8977-74 «Кожа искусственная и пленочные материалы. Методы определения гибкости, жесткости и упругости». Испытания проведены на аппарате ПЖУ-12М, исследованы образцы в один, два и три слоя. Для формирования изгиба трехслойной пробы потребовалась нагрузка свыше 3,5 кг. Измеренная жесткость на изгиб однослойного образца составила 52,76 сН, двухслойного – 70,07 сН. Полученные результаты сравнили с известными справочными данными. Так, в производстве обуви применяют термопластичные прокладки, обладающие жесткостью 10-87 сН [20], а жесткость прокладок в одежде варьируется 15,1-30 сН [21].

Для обоснования влияния полимерных прокладок на гигиенические свойства реабилитационных чехлов проведено исследование воздухопроницаемости полотен (по

ГОСТ 12088-77 «Материалы текстильные и изделия из них. Метод определения воздухопроницаемости»). Установлено, что изменение количества слоев незначительно варьирует показатель воздухопроницаемости сформированной из полимерного бинта детали, при этом для однослойного образца величина параметра  $1993 \text{ дм}^3/(\text{м}^2 \text{ с})$  характеризует материал как высоко-воздухопроницаемый [22], что говорит о малом влиянии на изменение исследуемого свойства конфекцион-пакета реабилитационного изделия при включении подобной прокладки.

Сравнение результатов эксперимента с известными справочными данными показало, что численные параметры воздухопроницаемости конфекцион-пакетов обуви составляют  $239-846 \text{ дм}^3/(\text{м}^2 \text{ с})$  [20], а прокладочные материалы в одежду обладают воздухопроницаемостью в  $100-375 \text{ дм}^3/(\text{м}^2 \text{ с})$ , при этом средняя воздухопроницаемость текстильных материалов -  $100-500 \text{ дм}^3/(\text{м}^2 \text{ с})$ , и лишь текстиль со сквозными порами ( $1500 \text{ дм}^3/(\text{м}^2 \text{ с})$ ) [21]) обладает свойством, сравнимым с полимерными бинтами.

Широте распространения технологии изготовления каркасных деталей в швейную продукцию трехмерным прототипированием препятствуют высокая стоимость сканирующего и печатающего оборудования. Поиск альтернативных способов показал высокий потенциал использования полимерных сетчатых полотен медицинского назначения для изготовления персонализированных по форме прокладочных деталей в реабилитационную продукцию. Быстрота и точность получения из полимерных сетчатых полотен пространственной конфигурации индивидуальной по форме детали в швейное изделие указывают на преимущества данной технологии.

Результаты эксперимента показывают, что формование из полимерного бинта прокладок в подошву чехла для ног можно проводить непосредственно на стопе пациента. Получаемая деталь повторяет изгибы стопы, при размещении прокладки внутри реабилитационного чехла, эксплуатируемого в период запрещения нагрузок на травмированную нижнюю конечность, контакт стопы и стельки-прокладки обеспечивает сенсорное взаимодействие и стимулирует ответ организма в виде импульсов. По ответам респондентов, участвующих в опытной носке, определено, что жесткость прокладки усиливает сенсорный ответ организма на соприкосновение. Выбор количества слоев в оболочках зависит от желаемой жесткости участка реабилитационного изделия.

Переработка синтетических бинтов в формозадающие каркасные элементы для швейных изделий позволяет расширить спектр применения.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Реабилитация-2030: призыв к действиям. Всемирная Организация Здравоохранения. / URL: <https://www.who.int/ru/news-room> (дата обращения 03.09.2023).
2. Кабмин утвердил направления комплексной реабилитации и абилитации инвалидов. ТАСС / URL: <https://tass.ru/obschestvo/21504349> (дата обращения 01.08.2024).
3. Дашевский И.Н., Никитин С.Е. Биомеханика разгрузки нижних конечностей при ортезировании // Российский журнал биомеханики. - 2016. - Т. 20, № 2. – С. 134–149.
4. Tardieu C, Lespargot A, Tabary C, et al. For how long must the soleus muscle be stretched each day to prevent contractures. // *Dev Med Child Neurol.* – 1986. - № 30 (1). – P. 3–10. doi: 10.1111/j.1469-8749.1988.tb04720.x.
5. Zöllner AM, Abilez OJ, Böl M, Kuhl E. Stretching skeletal muscle: chronic muscle lengthening through sarcomerogenesis. // *PLoS One.* – 2012. – № 7(10). – P. 45661. doi: 10.1371/journal.pone.0045661
6. Kerckhoffs RC, Omens JH, McCulloch AD. A single strain-based growth law predicts concentric and eccentric cardiac growth during pressure and volume overload. // *Mech Res Commun.* – 2012. - № 42. – P. 40–50. doi: 10.1016/j.mechrescom.2011.11.004
7. Гусев И.Д., Андреева Е.Г., Гусева М.А. Адаптация конструктивно-технологического решения реабилитационных чехлов для ног в соответствии с потребностями пациентов с ранениями нижних конечностей // В сборнике: *Фундаментальные и прикладные научные*

исследования в области инклюзивного дизайна и технологий: опыт, практика и перспективы. Сборник научных трудов X Международной научно-практической конференции. Москва, 2024. – С. 185-189.

8. Ceci LA, Salgado AS, Przysieszny WL. Modificação das aferências sensitivas podais e sua influência na amplitude. // *Rer Fisio Magazine*. – 2004. – № 1. – P.116–119.

9. Лашковский В.В., Свиридёнок А.И., Игнатовский М.И., Белецкий А.В., Паук И. Послеоперационная реабилитация пациентов с плоско-вальгусной деформацией стоп с использованием подошвенных ортезов // *Журнал Гродненского государственного медицинского университета*. – 2010. – № 4 (32). – С. 72-76.

10. Хоминец В.В., Пелешок С.А., Волов Д.А., Титова М.В., Елисеева М.И., Кушнарев С.В., Ширшин А.В., Адаменко В.Н., Небылица Я.И. Технологии 3D-печати в лечении пациентов с травмами и заболеваниями предплечья и кисти. // *Вестник Российской Военно-медицинской академии*. – 2020. – № 1 (69). – С. 113-118.

11. Белгородский В.С., Гетманцева В.В., Андреева Е.Г., Гусев И.Д., Разин И.Б., Гусева М.А. Контроль качества изготовления печатных 3D деталей швейных изделий с фиксированной формой / свидетельство о регистрации базы данных № 2020622564 RUS 09.122020 Бюл. № 12.

12. Шашкова О.Д., Гусев И.Д. Технологические возможности и перспективы применения полимерного бинта как аналога 3D-печати каркасных элементов в швейных изделиях // В сборнике: *Научные исследования и разработки в области дизайна и технологий. Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием*. Кострома, 2024. – С. 300-303.

13. Полимерные бинты INTRARICH-CAST / URL: <https://intraros.ru/produksiya/travmatologiya-ortopediya/polimernye-binty-intrarich-cast-intrarich-cast-soft/> (дата обращения 11.01.2024).

14. Гусев И.Д., Андреева Е.Г., Гусева М.А., Чижова Н.В., Ключкова О.В., Белгородский В.С. Утеплённый декорированный чехол для ноги // Патент на промышленный образец RU 140437, опубл. 05.02.2024. Бюл. №2. Заявка от 06.10.2023.

15. Гусев И.Д., Андреева Е.Г., Гусева М.А., Чижова Н.В., Ключкова О.В., Белгородский В.С. Утеплённый чехол для ноги // Патент на промышленный образец RU 141354, опубл. 03.04.2024. бюл. №4. Заявка от 02.06.2023.

16. Самохвалов И.М. Военно-полевая хирургия. / И.М. Самохвалов, А.П. Чуприна, [и др.] - Санкт-Петербург, Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова. - 2021. – 494 с.

17. Гусев И.Д., Андреева Е.Г., Гусева М.А., Еремина А.А., Гетманцева В.В. Переработка текстильных отходов в социально значимую швейную продукцию // *Известия вузов. Технология текстильной промышленности*. // 2024. – № 2 (410). – С. 140-149.

18. Ludwig O., Kelm J., Fröhlich M. The influence of insoles with a peroneal pressure point on the electromyographic activity of tibialis anterior and peroneus longus during gait // *Journal of Foot and Ankle Research*. – 2016. – Vol. 9. – Art. 33.

19. Формтотикс. Индивидуальные ортопедические стельки / URL: [formthotics.ru](http://formthotics.ru) дата обращения 11.01.2024).

20. Буркин А.Н., Шевцова М.В. Оценка свойств термопластических материалов для подносков обуви. // В сборнике: *Сборник научных статей и воспоминаний "Памяти В.А. Фукина посвящается"*. – М., 2014. – С. 179-189.

21. Бузов Б.А., Алыменкова Н.Д. Материаловедение в производстве изделий легкой промышленности (Швейное производство). – М.: Издательский центр «Академия», 2010. – 448 с.

22. Куличенко А.В. Воздухопроницаемость текстильных полотен – СПб: Издательско-полиграфическая ассоциация высших учебных заведений, 2023. – 366 с.

23. Гусев И.Д., Андреева Е.Г., Гусева М.А. Проектирование адаптивной швейной продукции с учетом специфических требований маломобильных потребителей // *Дизайн. Материалы. Технология*. - 2024. - № 2 (74). – С. 149-157.

**ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИЙ ДЛЯ ФИКСАЦИИ  
МИКРОСФЕР НА ПОВЕРХНОСТИ ТЕКСТИЛЬНОГО МАТЕРИАЛА НА ФИЗИКО-  
МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МАТЕРИАЛОВ**

**EVALUATION OF THE EFFECT OF POLYMER COMPOSITIONS FOR FIXING  
MICROSPHERES ON THE SURFACE OF A TEXTILE MATERIAL ON THE PHYSICAL  
AND MECHANICAL PROPERTIES OF MATERIALS**

М.М. Данилова<sup>1</sup>, О.В. Радченко<sup>1</sup>, О.В. Козлова<sup>2</sup>  
M.M. Danilova<sup>1</sup>, O.V. Radchenko<sup>1</sup>, O.V. Kozlova<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ивановский государственный политехнический университет

<sup>2</sup>Ивановский государственный химико-технологический университет

Ivanovo State Polytechnic University

Ivanovo State Chemical-Technological University

E-mail: lenalinen@yandex.ru

Проведены испытания составов полимерных композиций для фиксации микросфер на поверхности текстильного материала и оценка их влияния на такие физико-механические свойства материалов, как: жесткость при изгибе, масса, толщина, разрывная нагрузка и разрывное удлинение. В результате выбран текстильный материал, обеспечивающий наименьшую миграцию композиции, что обеспечит наилучшую фиксацию микросфер на поверхности. Выявлены недостатки выбранных для исследования композиций. Показана необходимость дальнейшего совершенствования состава, а также режимов нанесения и сушки полимерных композиций.

Ключевые слова: световозвращение, сигнальная одежда, текстильный материал, зеркальное покрытие, полимерное покрытие.

The compositions of polymer compositions for fixing microspheres on the surface of a textile material have been tested and their effect on such physical and mechanical properties of materials as bending stiffness, mass, thickness, breaking load and tensile elongation has been evaluated. As a result, a textile material was selected that provides the least migration of the composition, which will ensure the best fixation of microspheres on the surface. The disadvantages of the compositions selected for the study are revealed. The necessity of further improvement of the composition, as well as the modes of application and drying of polymer compositions is shown.

Keywords: retroreflection, signal clothing, textile material, mirror coating, polymer coating.

Разрабатываемый проект направлен на решение задач, связанных с обеспечением населения швейными изделиями, имеющими светоотражающие элементы с высокими качественными показателями и повышением конкурентоспособности российской швейной продукции на внутреннем и внешнем рынках в рамках импортозамещения сырья и материалов. Световозвращающий материал (СВМ) представляет собой совокупность стеклянных микролинз (стекломикрошариков) с высокой световозвращающей способностью, внедрённых в специальный клеевой слой, нанесенный на текстильную основу, которая предварительно покрыта слоем, зеркально отражающим световой поток, прошедший через микролинзы из внешней среды [1, 2].

Цель настоящего исследования - выбор состава полимерной композиции для нанесения стекломикрошариков, обеспечивающего прочную фиксацию стекломикрошариков на поверхности текстильного материала, имеющего зеркальное покрытие, и при этом не ухудшающего физико-механические свойства материала (толщина, разрывная нагрузка, жесткость).

Для проведения исследований использованы четыре артикула полиэфирных тканей. Для изготовления опытных образцов текстильных материалов с полимерным покрытием на образцы материалов (ОМ1-ОМ4) наносили сначала зеркальное покрытие, а затем

осуществляли нанесение композиции: полимер (пп) – 150 г/кг, акриловый загуститель Экопринт (ООО "СНФ Восток", г. Москва) – 14 г/кг. Сушку осуществляли при температуре 80°С в течение 10 мин, а затем осуществляли фиксацию горячим воздухом при 140°С в течение 3 мин. Для нанесения использовали ракельный способ.

Результаты исследования представлены на рисунках. Для наглядности сравнения на каждом графике дополнительно представлены значения для материалов только с зеркальным покрытием ЗК (последняя группа столбиков).

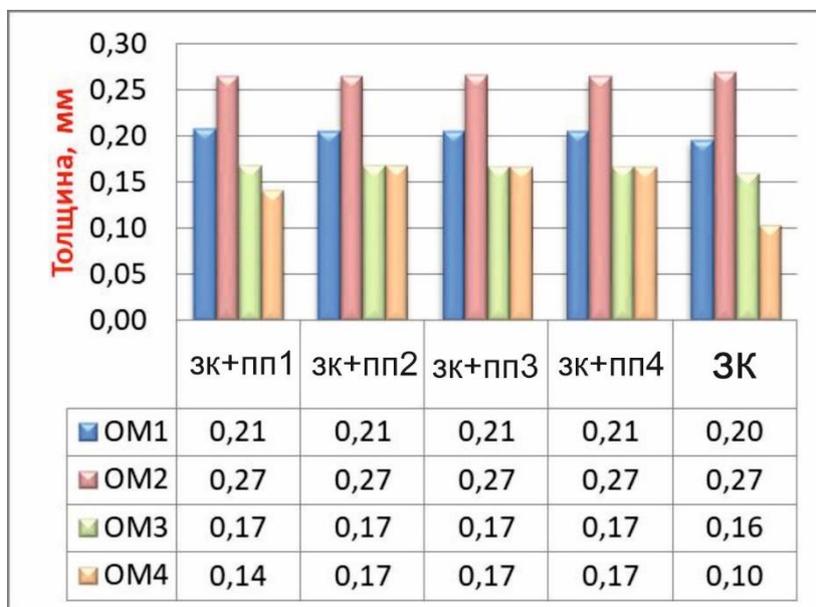


Рис. 1. Влияние полимерного покрытия на толщину материала

Из рис. 1 видно, что толщина материала после нанесения полимерного покрытия увеличивается незначительно: на 0,0 – 0,07 мм. При использовании в качестве основы материала OM2 толщина композиционного материала по сравнению с материалом с зеркальным покрытием не изменилась совершенно, что можно объяснить наличием ворса на поверхности материала, который впитывает как зеркальное, так и затем нанесенное полимерное покрытие. Материал OM4 показал максимальное изменение толщины ввиду того, что на предыдущем этапе зеркальное покрытие практически целиком проникло в структуру материала, а следующий слой уже целиком зафиксировался на поверхности. Максимальная толщина характерна для материала OM2 со всеми вариантами покрытий.

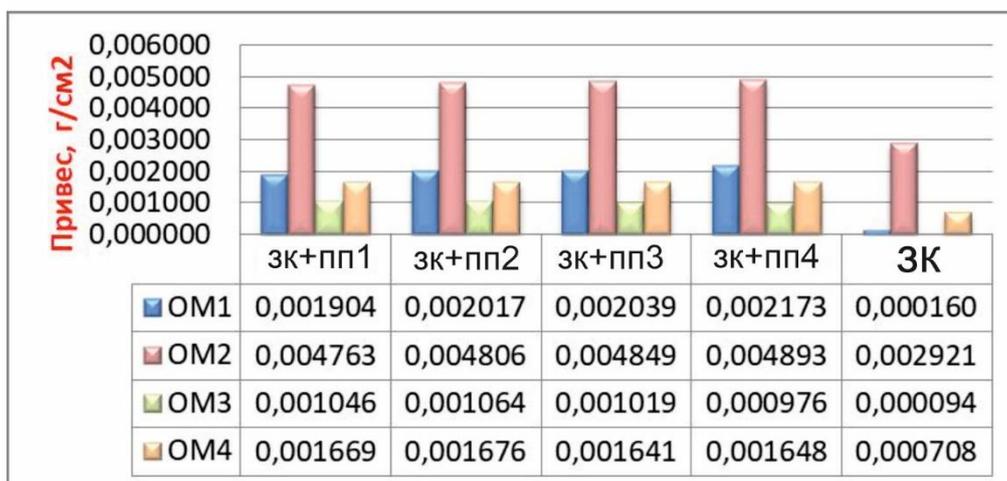


Рис. 2. Увеличение массы материала после нанесения полимерного и зеркального покрытия

Из рис. 2 видно, что максимальный привес характерен для материала ОМ2, минимальный – для материала ОМ3.

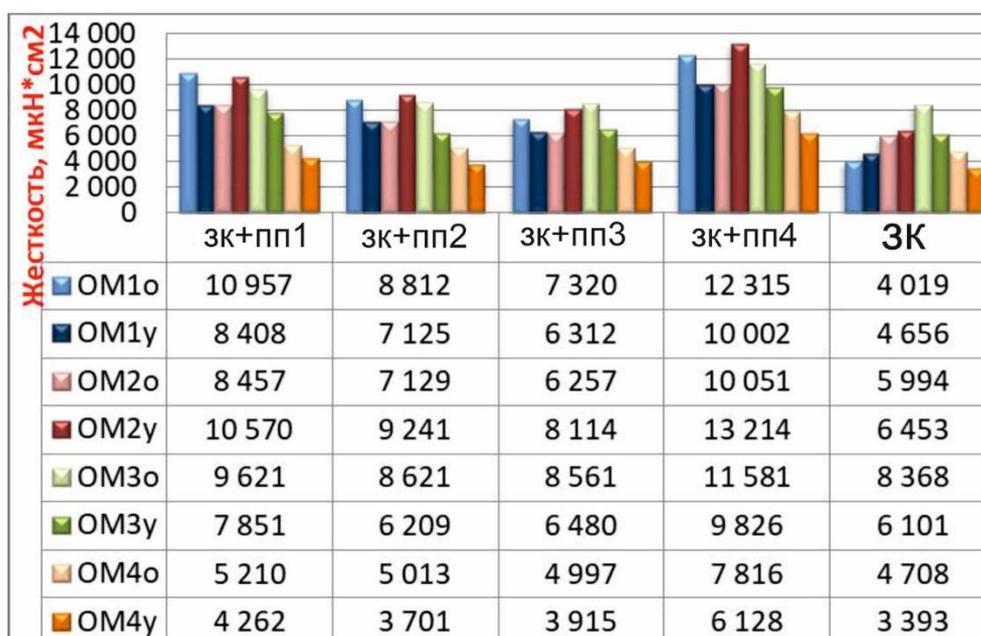


Рис. 3. Жесткость при изгибе материала с зеркальным и полимерным покрытием

Жесткость при изгибе материалов после нанесения полимерного покрытия увеличилась в 1,1 – 3,06 раза по сравнению с материалом с зеркальным покрытием. Самая низкая жесткость характерна для покрытия ПП3 и материала ОМ4, самая высокая – для покрытия ПП4 и материалов ОМ1 и ОМ2. Наибольшее увеличение жесткости (в 3,06 и 2,15 раза по основе и утку соответственно) наблюдается после нанесения покрытия на материал ОМ1. При этом максимальная жесткость характерна для покрытия ПП4 (от 6 128 и 12 315 мкН\*см<sup>2</sup>), что объясняется жесткостью полиуретанового полимера

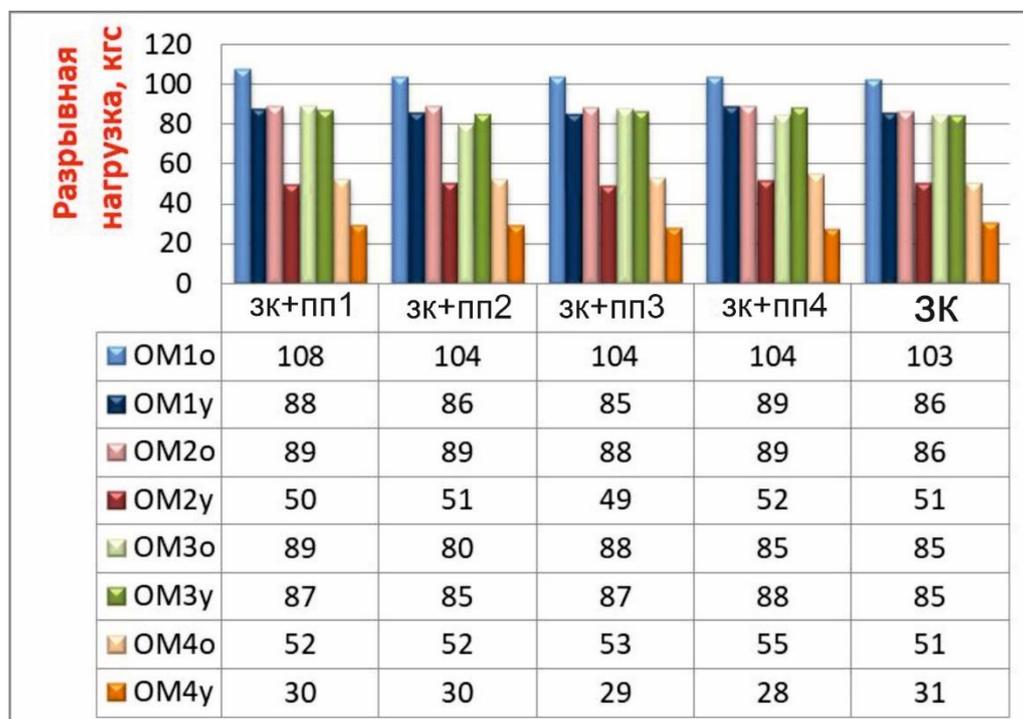


Рис. 4. Разрывная нагрузка материала с зеркальным и полимерным покрытием

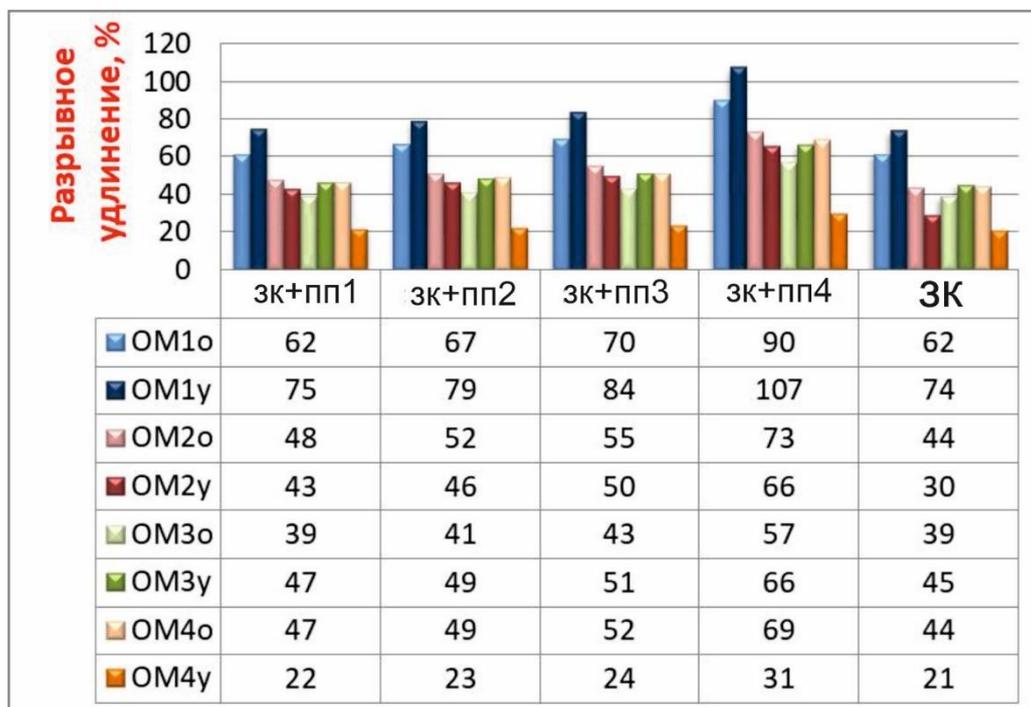


Рис. 5. Разрывное удлинение материала с зеркальным и полимерным покрытием

Разрывная нагрузка (рис. 4) композиционных материалов отличается от материалов с зеркальным покрытием не более чем на 5%, что соответствует величине погрешности измерения. Все материалы имеют показатели больше нормативных (100 Н). Можно сделать вывод, что исследуемые варианты полимерного покрытия не влияют на прочностные характеристики текстильных материалов. При этом разрывное удлинение (рис. 5) увеличивается. Максимальное увеличение разрывного удлинения характерно для покрытия ПП4, основой которого является полиуретан, что говорит об эластичности получаемого покрытия.

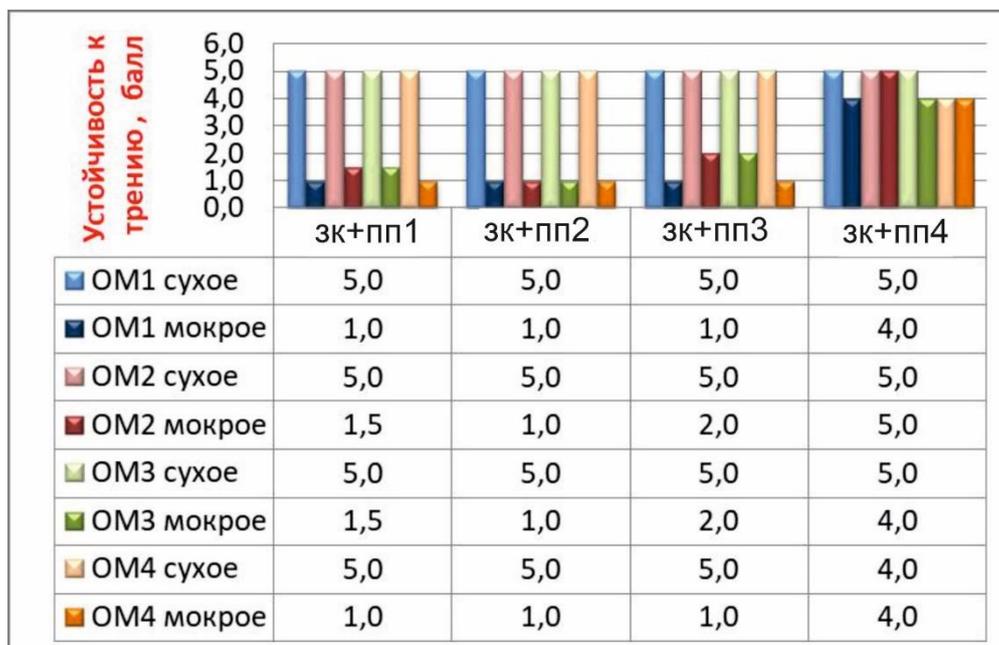


Рис. 6. Устойчивость покрытия к сухому и мокрому трению

Как видно из рисунка 6, все полимерные покрытия устойчивы к сухому трению (средняя оценка образцов 5 баллов). При этом показатели устойчивости к мокрому трению

полимерных композиций ПП1-ПП3 не превышают двух баллов, что не удовлетворяет требованиям к материалам для специальной одежды. Устойчивость композиции ПП4 к мокрому трению составляет 4,0-5,0 баллов, что можно оценить как удовлетворительное. Более высокие значения показателя для полиуретановой композиции объясняется свойством полиуретана образовывать прочные эластичные пленки на поверхности материала и гидрофобностью полимера. Увеличение показателя для ПП4 возможно путем более тщательного подбора режимов сушки и термофиксации. Кроме того, возможно применение метода ламинирования готового материала после нанесения стеклошариков для предотвращения проникновения влаги в полимер.

По результатам проведенных исследований можно сделать вывод, что из всех исследуемых материалов наилучшие результаты показал ОМ2, т.к. весь полимерный слой остался на его поверхности, без проникновения в структуру, что обеспечит наилучшую фиксацию стеклошариков. Все исследованные полимерные композиции не ухудшают прочностные свойства текстильных материалов, но при этом увеличивают жесткость. Самая низкая жесткость характерна для покрытия ПП3, самая высокая – для покрытия ПП4. По показателю устойчивости к мокрому трению полимерные композиции ПП1-ПП3 не удовлетворяют требованиям к материалам для специальной одежды, поэтому выбрать один наилучший полимер по результатам данных исследований не представляется возможным. Требуется дальнейшие исследования по совершенствованию состава, подбора режима нанесения, сушки и термофиксации.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. А. И. Нагмутдинова, И. С. Мифтахов, Э. Ф. Вознесенский Современные световозвращающие элементы и методы улучшения их технологических и эксплуатационных свойств/ Вестник технологического университета. 2016. Т.19, №11.- С.79-82
2. Варфоломеев, Л.П. Элементарная светотехника / Л.П.Варфоломеев. – Харьков: Нац. техн. ун-т. «Харьковский политехн. инст.», 2014. – 285 с.
3. ГОСТ 12.4.281-2014 «Система стандартов безопасности труда. Одежда специальная повышенной видимости. Технические требования»

**ВУЗ-ПРОВОДНИК СОВРЕМЕННЫХ ЗНАНИЙ И ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**  
**THE UNIVERSITY IS A CONDUCTOR OF MODERN KNOWLEDGE AND DIGITAL**  
**TECHNOLOGIES**

К.А. Дементьева, А.Ю. Матрохин, А.В. Корнилович  
K.A. Dementieva, A.Yu. Matrokhin, A.V. Kornilovich

Ивановский государственный политехнический университет  
Ivanovo State Polytechnical University  
E-mail: dementyeva\_kristina@mail.ru, ankorn-kshi@mail.ru, k\_mtsm@ivgpu.ru

**Рассмотрена проблема недостатка специалистов, работающих в отечественной САПР «Ассоль». Предложена новая программа обучения, направленная на подготовку высоко квалифицированных специалистов, способных работать с современными технологиями и программами.**

**Ключевые слова: САПР Ассоль, программа, квалификация, специалисты**

**The problem of the lack of specialists working in the domestic CAD "Assol" is considered. A new training program has been proposed aimed at training highly qualified specialists who are able to work with modern technologies and programs.**

**Keywords: CAD, Assol, program, qualification, specialists**

Конструирование и дизайн являются важными компонентами процесса создания одежды, а САПР – инструментом, повышающим его эффективность. Системы автоматизированного проектирования играют важную роль при разработке новых моделей одежды, так как позволяют автоматизировать процесс проектирования с целью экономии времени и повышения качества готовых изделий.

На сегодняшний день около 25 тысяч предприятий только лишь Ивановской области активно используют различные системы автоматизированного проектирования. Статистика по России во много раз выше. Однако, с уходом иностранных компаний - разработчиков САПР одежды, ощущается проблема в недостатке отечественных аналогов, отвечающих заданным критериям, что оказывает значительное влияние на развитие и конкурентоспособность швейной отрасли. Ниже эти проблемы рассмотрены более подробно [1].

1. Низкий уровень внутри региональных кооперационных связей образования и науки с предприятиями реального сектора экономики приводит к недостатку взаимодействия между учебными заведениями и научными организациями, не имеющих тесных связей с предприятиями, что приводит к разрыву между теорией и практикой. При этом учебные образовательные программы могут не соответствовать требованиям рынка труда, что затрудняет выпуск квалифицированных специалистов. При недостатке совместных исследований и разработок между образовательными учреждениями и предприятиями инновационные идеи могут не дойти до внедрения на производстве, что снижает уровень внедрения новых технологий и материалов в производство. Недостаток практического обучения студентов и аспирантов при прохождении стажировок ограничивает их практический опыт и понимание реальных условий работы в отрасли.

2. Дефицит высококвалифицированных кадров, ученых, преподавателей и специалистов для развития инновационной экономики в регионе ведет к эмиграции специалистов. Многие высококвалифицированные кадры покидают регион в поисках лучших условий труда и жизни, что приводит к нехватке специалистов на местах. Это также затрудняет привлечение новых талантов. Как следствие- необходимость в переподготовке существующих кадров, не обладающих необходимыми навыками для работы с новыми технологиями и материалами, что требует дополнительных усилий по переподготовке и

повышению квалификации. Нехватка научных исследований, направленных на решение конкретных проблем швейной отрасли затрудняет внедрение инновационных решений.

3. Уязвимость предприятий в связи с уходом иностранных сайтов (отсутствие обновления и обратной связи) повышает зависимость от импорта (от иностранных поставок материалов, оборудования и технологий). Уход иностранных компаний может привести к дефициту необходимых ресурсов и материалов, к отсутствию обновления технологий, без которых предприятия не смогут эффективно конкурировать на рынке. Также могут возникнуть проблемы с обратной связью: уход иностранных компаний может означать потерю доступа к их опыту и знаниям, к затруднению внедрения лучших практик и технологий, необходимых для повышения эффективности и конкурентоспособности.

Для решения указанных проблем необходимо развивать партнерство между образовательными учреждениями и предприятиями, создавать программы по подготовке и переподготовке кадров, а также искать альтернативные источники поставок и технологий. Важно также стимулировать инновации и научные исследования, направленные на потребности швейной отрасли. Это поможет укрепить позиции предприятий, повысить их устойчивость к внешним вызовам и обеспечить долгосрочное развитие отрасли [2].

Новая образовательная программа «Дизайн и производство современной одежды», разработанная совместно с индустриальным партнёром – Центром «Ассоль», направлена на подготовку высоко квалифицированных специалистов как в лице обучающихся по направлению магистратуры 29.04.05, так и для слушателей дополнительного профессионального образования (ДПО). Студентам доступны все учебные материалы кафедры «Конструирование швейных изделий», Центра «Ассоль», а также необходимое оборудование, программное обеспечение и помещения для плодотворной работы.

Цель программы:

- подготовка высоко квалифицированных специалистов в области конструирования одежды, способных работать с современными технологиями и программами САПР;
- повышение уровня квалификации специалистов ДПО, работающих в индустрии моды, для улучшения качества и эффективности их работы.

Структура программы:

- теоретические занятия, посвященные основам конструирования одежды, САПР и современным технологиям в индустрии моды;
- практические занятия, где студенты и специалисты ДПО будут работать над проектами, используя программы САПР и современные технологии;
- семинары и мастер-классы, проводимые экспертами из компании «Ассоль» и других ведущих компаний индустрии моды.

Преимущества программы:

- получение практических навыков работы с программами САПР «Ассоль» и современными технологиями в индустрии моды;
- возможность работать над реальными проектами и получать обратную связь от экспертов из индустрии моды;
- повышение уровня квалификации и конкурентоспособности на рынке труда.

В нынешний учебный год контрольные цифры приёма в магистратуру на новую образовательную программу составили 6 учебных мест с конкурсом 3 человека на место, что означает высокую заинтересованность в обучении по данной программе. Так же выделено 11 мест для желающих получить дополнительное профессиональное образование [3].

Выпускники магистратуры и слушатели ДПО по программе «Дизайн и производство современной одежды будут иметь следующие преимущества:

- высокий уровень квалификации и конкурентоспособности на рынке труда за счет навыка работы в современной отечественной САПР «Ассоль»;
- свободная ориентация в модных трендах, современных технологиях и направлениях индустрии моды;

- навыки и знания, необходимые для создания собственного бренда или стартапа;
- опыт дизайна, конструирования и моделирования одежды, включая создание коллекций и индивидуальных моделей;
- широкие перспективы карьерного роста и развития в индустрии моды.

Новая обучающая программа, разработанная совместно с Центром «Ассоль», является важным шагом в направлении подготовки высоко квалифицированных специалистов в области конструирования и моделирования одежды, будет способствовать развитию индустрии моды в России и повышению конкурентоспособности российских компаний на международном рынке [4].

По завершении двухлетнего курса компании-пионеры получают конкурентное преимущество в лице конструкторов, профессионально владеющих эффективным отечественным цифровым инструментом, обеспечивающим ускоренный выпуск на рынок нового ассортимента одежды, включая сезонные коллекции одежды, новые концептуальные линейки для разнообразных сегментов (специальная одежда, национальная одежда, повседневная одежда для разнообразных климатических зон, спортивная одежда, артистическая одежда, одежда из тканых полотен, трикотажных полотен, нетканых материалов, комбинированных материалов).

Результатом применения полученных методик станет 100% цифровизация процесса проектирования и получаемого контента (лекал, шаблонов, раскладок лекал, модных луков). Оцифровке и актуализации подлежат не только создаваемые вновь коллекции и модели, но и модели, разработанные в предыдущие периоды.

Выпускники в своей работе смогут использовать все современные методики конструирования одежды, на экспертном уровне разбираться в модных трендах, проектировать модели одежды из инновационных материалов, планировать запуск в производство коммерчески успешного ассортимента.

Ожидаемые социально-экономические эффекты:

- формирование сообщества экспертов в области дизайна и конструирования одежды, представляющих различные компании Российской Федерации, объединенных по профессиональному признаку и владеющих передовыми промышленными технологиями, воспроизводимыми в условиях крупного, среднего, малого бизнеса, а также в условиях самозанятости;

- формирование базы знаний, новых технологий, дополняющих и развивающих имеющийся функционал САПР «Ассоль», в том числе на основе автоматизированных измерений дополнительных антропометрических размерных признаков и кастомизации одежды (идеальная посадка), использования технологий искусственного интеллекта;

- совершенствование в ходе регулярной проектной и научной деятельности результатов в области национальной стандартизации (антропометрические ряды);

- изменение количества образовательных программ, реализуемых образовательными, организация высшего образования – резидентами кампуса совместно с индустриальными партнерами (образовательных программ с использованием практической подготовки, дополнительных общеобразовательных программ с применением индивидуальных образовательных траекторий);

- изменение количества договоров о практической подготовке обучающихся, заключенных между образовательными организациями высшего образования – резидентами кампуса и индустриальными партнерами. Планируется неснижаемая численность контингента обучающихся к 2027 году – 50 человек, т.е. по 25 человек принимаемых ежегодно (при оптимистичном сценарии с учетом привлечения иностранных граждан неснижаемый контингент может составить до 200 человек).

Развитие научной составляющей образовательного продукта для швейной отрасли, особенно с использованием современных технологий, может значительно повысить качество подготовки специалистов и увеличить конкурентоспособность предприятий.

По каким направлениям будет осуществляться развитие?

### 1. Совершенствование Базы знаний и разработка новых модулей САПР «Ассоль».

Создание обширной базы знаний, включающей актуальные данные о материалах, технологиях и методах проектирования, станет основой для формирования учебных программ и разработки новых модулей САПР. Это позволит студентам и специалистам получать доступ к актуальной информации и использовать её в практической деятельности.

### 2. Создание цифровых двойников материалов.

Цифровые двойники представляют собой виртуальные модели реальных материалов, которые могут использоваться для тестирования и анализа их свойств без необходимости физического производства. Это позволит:

- исследовать поведение материалов в различных условиях;
- оптимизировать выбор материалов для конкретных изделий;
- сократить время и затраты на разработку новых продуктов.

### 3. Совершенствование антропометрической базы данных.

Использование актуальных антропометрических данных позволит создавать модели одежды с улучшенной посадкой на фигуру потребителей. Это важно для:

- удовлетворения потребностей различных групп потребителей, в том числе с соматическими особенностями;
- повышения качества, комфорта и эргономичности готовой продукции;
- оптимизации процессов проектирования и производства одежды.

### 4. Пользовательский выбор методик проектирования одежды.

Возможность выбора методик проектирования решает вопрос адаптации образовательных программ под конкретные задачи, стоящие перед студентами и предприятиями, что позволит осуществлять:

- разнообразные подходы к проектированию;
- интеграцию новых технологий и методов;
- учет индивидуальных предпочтений и требований потребителей.

### 5. Модуль «кастомизация»: интеграция с 3D сканером.

Интеграция с 3D-сканером позволит создавать индивидуализированные модели одежды, что особенно актуально в условиях растущего спроса на кастомизированные изделия. Это направление развития включает решение следующих задач:

- сканирование тела потребителя для создания точной модели;
- автоматическую генерацию лекал на основе полученных антропометрических данных;
- упрощение процесса производства индивидуальных заказов.

### 6. Искусственный интеллект.

Внедрение искусственного интеллекта в процесс проектирования и производства может существенно повысить эффективность работы. Возможные направления применения искусственного интеллекта:

- анализ данных о потребительских предпочтениях для оптимизации ассортимента разрабатываемых изделий;
- автоматизированное проектирование на основе заданных параметров;
- прогнозирование модных трендов и потребностей рынка.

Развитие научной составляющей САПР «Ассоль» с использованием современных технологий, таких как использование цифровых двойников, применения 3D-сканирования и искусственного интеллекта, создаст новые возможности для подготовки специалистов в швейной отрасли. Это позволит не только улучшить качество образования, но и повысить конкурентоспособность предприятий, способствуя их устойчивому развитию и инновациям [5].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Румянцев Е.В., Матрохин А.Ю., Мишуров С.С., Romanova К.Е. Концепция цифровизации образовательной среды современного инженерного образования в условиях глобализации // Инженерное ОБРАЗОВАНИЕ - Иваново: 2019. - С. 56-64.
2. Шарова А.Ю., Матрохин А.Ю. Опыт разработки информационной системы вуза // Технологии и качество Учредители: Костромской государственный университет. - Иваново: 2022. - С. 25-31.
3. Кузнецова А.В., Корнилович А.В. Применение новых информационных технологий при удалённом адресном проектировании одежды // Информационная среда вуза (см. в книгах). - Иваново: 2016. - С. 183-186.
4. [Электронный ресурс] // Центр проектирования "САПР Ассоль" URL: <https://assol.org/> (дата обращения: 20.09.2024).
5. Царькова Е.А., Борзова Д.В., Корнилович А.В. Проектирование современной одежды в меняющемся материальном мире // Молодые ученые - Развитию национальной технологической инициативы (ПОЙСК). - Иваново: 2023. - С. 611-613.

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМ «КОСТЮМ-ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА» С УЧЕТОМ  
ТЕКТониКИ МЕМБРАННЫХ МАТЕРИАЛОВ ГК «МЕРКУРИЙ»**

**DESIGN OF "SUIT-ENVIRONMENT" SYSTEMS TAKING INTO ACCOUNT THE  
TECTONICS OF MEMBRANE MATERIALS OF THE MERCURY GROUP**

К.А. Дементьева, А.В. Корнилович, А.Н. Малинская  
K.A. Dementieva, A.V. Kornilovich, A.N. Malinskaya

Ивановский государственный политехнический университет  
Ivanovo State Polytechnical University

E-mail:dementyeva\_kristina@mail.ru, ankorn-kshi@mail.ru, albina.malinskaya@mail.ru

Представлены результаты выполнения разработок моделей одежды различного ассортимента на основе анализа свойств новых материалов с мембранным покрытием с учетом конструкторско-технологической целесообразности проектируемых изделий. Сформулированы рекомендации по использованию данных материалов при проектировании систем «костюм-окружающая среда» для масштабирования проектных решений в промышленное производство.

**Ключевые слова:** инновационные материалы, тектоника, конструкция, технологическая целесообразность, назначение одежды

The results of the development of clothing models of various ranges based on the analysis of the properties of new materials with a membrane coating, taking into account the design and technological feasibility of the designed products, are presented. Recommendations on the use of these materials in the design of suit-environment systems for scaling design solutions into industrial production are formulated.

**Keywords:** innovative materials, tectonics, design, technological feasibility, purpose of clothing

Проектирование одежды с учетом влияния окружающей среды в большей степени ориентировано на производство одежды специального назначения. В настоящее время российский рынок специальной одежды является одним из наиболее динамично развивающихся в стране. При этом специальная одежда представляет собой средства индивидуальной защиты, предназначенные для защиты от вредных и опасных факторов работника на рабочем месте. Эти факторы позволяют говорить о том, что пока в стране существуют производственные предприятия, существует и потребность в специальной одежде, что делает данное направление бизнеса привлекательным для инвестиций любого масштаба. Большое значение в дизайн-проектировании одежды данного назначения имеет выбор пакета материалов с учетом требований к эксплуатации костюма в различных условиях. Кроме того, конструктивно-технологическое решение должно обеспечивать безопасность, надежность и комфорт при выполнении различных профессиональных видов деятельности [1].

К сожалению, на российском рынке представлено недостаточное количество отечественных материалов, удовлетворяющих всем требованиям рынка производства одежды специального назначения. В этом сегменте преобладает доля (70-80%) дорогостоящих импортных материалов, что существенно увеличивает себестоимость конечного продукта и создает зависимость от внешних поставщиков и может привести к перебоям в поставках, особенно в условиях экономической нестабильности или санкций.

Текстильная компания «Меркурий» является лидером в производстве инновационных многослойных и мембранных материалов для создания верхней одежды, спецодежды, обуви и снаряжения в России и в области современной высокотехнологичной печати на ткани. В группу компаний входит собственное производство «ФОТОПРИНТ», работающее в области нанесения мембран, производства многослойных материалов и печати.

Мембрана – синтетический материал с множеством микропор, которые обладают избирательной проницаемостью. Тонкая ткань позволяет выводить водяные пары наружу, но не пропускает жидкости и влагу извне. Благодаря структуре материала с тонкими волокнами, холодный воздух задерживается в микропорах, создавая завихрения. Мембрана предотвращает конвективные потери тепла, которые возникают при низких температурах или ветре. Однако она не является полноценным теплоизолятором, так как все равно происходит охлаждение нагретого воздуха за счет испарения. Благодаря своей особой структуре ткань обладает водоотталкивающими или ветрозащитными свойствами, и в то же время пропускает через себя водяной пар. Она состоит из нескольких слоев: верхний износостойкий слой, нижний мягкий слой, а между ними несколько защитных слоев ткани и мембрана.

ГК «Меркурий» является разработчиком первой в России трехслойной мембранной термоогнестойкой ткани MERCURYTEX, которая создает дополнительную защиту от холода, ветра, дождя и мокрого снега. Повышает огнестойкие свойства ткани верха, не поддерживает горение даже при попадании искры или пламени на внутреннюю поверхность ткани, в под- одежное пространство. Мембрана защищена третьим слоем из 100% Арамида, что дает возможность использования материала в изделии без подкладки. Отлично подходит для последующей герметизации швов лентой.

В данной работе проведены исследования тектонических свойств различных мембранных материалов на примере разработки экспериментальных образцов одежды специального назначения для поисково-спасательной организации «ЛизаАлерт», форменной одежды спасателей МЧС Ивановской области и бытовой одежды для различных климатических зон.

1. Мембрана MERCURY TEX TURBO - первая универсальная мембрана Российского производства. Имеет высокий показатель паропроницаемости, при этом эффективно защищает от проникновения влаги внутрь изделия. Мембрана нового поколения, является улучшенной версией Mercurytex Active, в среднем все показатели улучшены на 15-20%, вес мембраны увеличили на 3-5 гр/м<sup>2</sup>. Рекомендации к применению для всех типов одежды, кроме одежды со специальными свойствами. Хорошо сочетается с тканями для зимней одежды и за счет растяжимости 113% отлично подходит для трехслойных материалов типа Софтшелл и Хардшелл.

2. MERCURY TEX TURBO Heatblock- инновационный материал, который обеспечивает оптимальный тепловой комфорт в любых условиях, имеет высокий показатель паропроницаемости, что позволяет коже дышать и избежать перегрева. Кроме того, мембрана помогает естественному выделению излишней влаги, что предотвращает появление неприятного ощущения на коже.

3. MERCURY TEX ACTIVE- ХАРДШЕЛЛ-материал в меру мягкий, сохраняет объёмно-силуэтную форму и соответствует техническим условиям. Верхний слой не «разряжен» и обладает прекрасными прочностными свойствами. Благодаря 5% спандекса материал способен незначительно тянуться в местах высокой нагрузки, но при этом не настолько, чтобы повредить мембрану. Верхний слой может быть с принтом или однотонный. Третий слой предохраняет мембрану от повреждений и повышает уровень водонепроницаемости. Все слои выполнены из полиэстера с микровоздушными карманами, что усиливает паропроницаемость. Отлично защищает от проникновения ветра, воды. За счет способности аккумулировать влагу во время больших нагрузок, мембрана отводит пар наружу на протяжении всего периода эксплуатации. Уникальные свойства этого материала обеспечивают изготовление одежды без подкладки, что существенно снижает затраты на производство изделий [2].

4. MERCURY TEX TURBO DIGITAL PRINT – инновационное решение, которое позволяет создавать уникальные и оригинальные дизайны на поверхности мембраны. Благодаря использованию современных технологий цифровой печати, мембрана может быть декорирована различным орнаментом, в том числе с логотипами брендов.

5. MERCURY TEX TURBO MOONSTONE – уникальный материал, который способен преобразовывать и сохранять энергию света. Его уникальным преимуществом является способность накапливать солнечный свет днем и излучать его в темноте, создавая светящийся эффект. Его светящиеся свойства могут использоваться для создания оригинальных дизайнов изделий.

Показатели основных свойств мембранных материалов MERCURY TEX, использованных в данной работе при разработке экспериментальных образцов одежды, представлены в таблице 1.

Таблица 1

Показатели свойств мембранных материалов MERCURYTEX

Мембраны/испытания	Плотность г/м <sup>2</sup>	Ветрозащита, %	Водоупорность, мк	Паропроницаемость г/м <sup>2</sup>
Mercurytex active	34	100	10000-20000	20000
Mercurytex turbo	30,5	100	14500	19000
Mercurytex turbo heat block-A	57	100	15000	13000
Mercurytex turbodigital print	21,5	100	14000	16000
Mercurytex turbomoon stone	43	100	14500	2500

Для реализации поставленной цели - художественно-конструкторской разработки коллекций одежды для поисково-спасательной организации «ЛизаАлерт», форменной одежды спасателей МЧС Ивановской области и бытовой одежды для различных климатических зон решены следующие задачи [3]:

1. Разработаны оптимальные конструкции проектируемых изделий в САПР Графис с учетом требований производства одежды специального назначения и тектонических свойств инновационных материалов с целью максимальной эффективности сохранения их свойств в различных условиях эксплуатации посредством проработки оптимальных вариантов основных конструктивных узлов.

2. Использован креативный подход к дизайну проектируемых изделий с учетом специфических требований к эксплуатации и культурных контекстов - графическая разработка фор-эскизов проектируемых коллекций моделей одежды выполнена с использованием искусственного интеллекта в программе "Кандинский" от Сбербанка. Это позволяет создать продукты не только функциональные, но и эстетически привлекательные, являющиеся носителями региональной принадлежности, что увеличивает их конкурентоспособность на рынке [4-5].

3. Используются нестандартные методы обработки функциональных деталей и узлов проектируемых изделий, обусловленные пошивочными свойствами новых материалов, для их изготовления на существующем оборудовании. Это позволяет сократить долю специального оборудования, которое не всегда доступно на существующих производственных мощностях и может потребовать значительных капиталовложений в модернизацию производства. (рис. 1.).

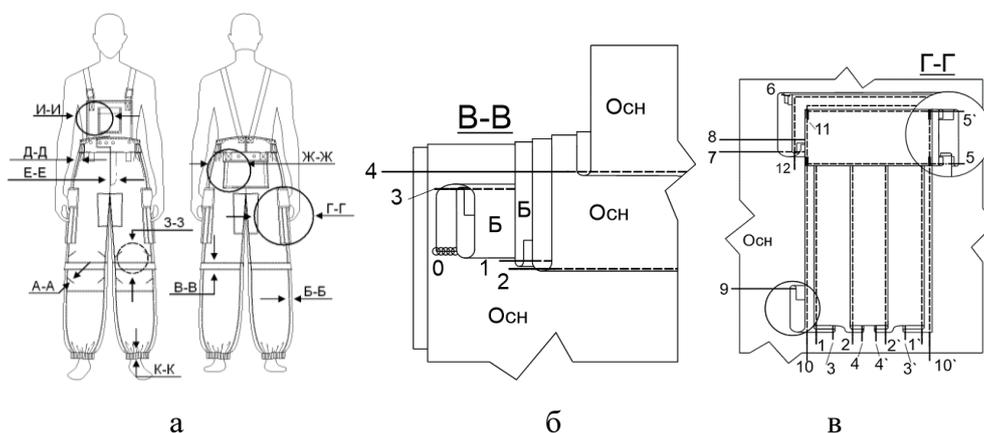


Рис.1. Методы технологической обработки полукombineзона для поисково-спасательной организации «ЛизаАлерт»: а-технический рисунок; б – схема сборки «ловушек с клапаном»; в – схема сборки накладного кармана с клапаном

Апробация опытных образцов одежды специального назначения из инновационных мембранных материалов осуществлена на I-ом Форуме-Кластере «Текстильные мембранные технологии».

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Кузьмичев, В.Е. Художественно-конструктивный анализ и проектирование системы "фигура-одежда": учебное пособие [Текст]/ В. Е. Кузьмичев, Н.И. Ахмедулова, Л.П. Юдина. - Иваново: ИГТА, 2010. - 300с., ил.
2. [Электронный ресурс] // Группа компаний "Меркурий" URL: <https://www.mercury-tex.ru/> (дата обращения: 21.09.2024).
3. Малинская, А.Н. Разработка коллекции моделей: теория и практика: учебное пособие для вузов и сузов / А.Н. Малинская, М.Р. Смирнова. - Иваново: ИГТА, 2008. - 244с: 32цв. ил.
4. Корнилович А.В., Доронина Н.В., Ефимова О.Г. Проектирование одежды из импортозамещающих материалов // Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоемкие технологии и материалы (Smartex). - 2016. - с. 284-288.
5. Хонгуанг Е., Корнилович А.В., Кузьмичев В.Е. Использование математического метода тренда для анализа конструктивного направления моды // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. - Иваново: 2005. - С. 73-77.

**НОВАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ БАЗА ПАРАМЕТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК  
ДЛЯ ПРОВЕРКИ СООТВЕТСТВИЯ 3D АВАТАРОВ МОРФОЛОГИИ  
РОССИЙСКОГО ПОТРЕБИТЕЛЯ**

**A NEW INFORMATION BASE OF PARAMETRIC CHARACTERISTICS FOR  
CHECKING THE COMPLIANCE OF 3D AVATARS WITH THE MORPHOLOGY OF  
THE RUSSIAN CONSUMER**

К.А. Дементьева, А.Д. Рябова, И.В. Жукова, В.Е. Кузьмичев  
K.A. Dementieva, A.D. Ryabova, I.V. Zhukova, V.E. Kuzmichev

Ивановский государственный политехнический университет  
Ivanovo State Polytechnical University

E-mail: dementyeva\_kristina@mail.ru, belozyoranas@gmail.com, iren932@gmail.com

Рассмотрена проблема отсутствия цифровых двойников, соответствующих антропоморфным характеристикам фигур российского потребителя. В работе представлены этапы по формированию база данных параметрических характеристик, в которую вошли новые размерные признаки, трехмерные модели торсов фигур, развертки плечевого пояса фигур, а также предложены варианты проверка существующих цифровых двойников фигур согласно российской типологии населения.

**Ключевые слова:** виртуальная среда, база данных, аватар, размерные признаки, импортозамещение, бодисканирование.

The problem of the absence of digital counterparts corresponding to the anthropomorphic characteristics of the figures of the Russian consumer is considered. The work presents the stages of forming a database of parametric characteristics, which includes new dimensional features, three-dimensional models of torsos of figures, shoulder girdle scans of figures, and also offers options for checking existing digital doubles of figures according to the Russian typology of the population.

**Keywords:** virtual environment, database, avatar, dimensional features, import substitution, body scanning.

В настоящее время Россия является одной из немногих стран с высоким уровнем цифровизации, в которой до сих пор отсутствуют цифровые двойники типовых фигур, для которых выпускают одежду массового способа производства. Из-за отсутствия цифровых двойников российские дизайнеры виртуальной одежды пользуются иностранными базами упрощенных фигур, не соответствующих по морфологическим признакам российским фигурам. Естественно, что получить качественную виртуальную одежду российского способа производства при таком подходе невозможно, поскольку потребители не получают того результата, которого ожидают: будет происходить отток потребителей и, как следствие, упущена выгода. Поэтому из-за отсутствия морфологически точных цифровых двойников фигур невозможно развитие российских креативных индустрий в сфере цифровой моды.

Цифровая 3D модель тела человека позволит проектировать одежду в виртуальной среде, проводить оценку качества посадки и вносить коррективы в конструкцию. В целом, применение данной технологии будет способствовать «массовой кастомизации» в индустрии моды.

Таким образом, разработка виртуальных и материальных двойников играет важную роль в повышении эффективности, качества и безопасности производственных процессов.

Для антропометрических исследований использовали бесконтактный метод измерения фигуры человека (бодисканирование) [1]. Преимуществом данного бодисканера можно считать возможность получения координат антропометрических точек на поверхности сканируемой фигуры, которая позволила правильно выполнить ориентацию скана фигуры в сторонних программах для работы с 3D объектами.

На кафедре Конструирования швейных изделий, ИВГПУ выполнили сканирование

более 400 фигур, информацию о величинах размерных признаков которых, сведена в единый документ отдельно для мужчин и женщин [3,4]. Получена выборка, которая имела следующий диапазон значений размерных признаков, представленная в таблице 1.

Таблица 1

Диапазон значений размерных признаков индивидуальных фигур, см

	Рост	Обхват груди третий	Обхват талии	Обхват бедер
Мужчины	164...193,9	88,2...129,2	66...125	85,5...121
Женщины	145,6...182,7	76,3...136,0	56,2...121,0	79,5...145,7

Для формирования новой базы графических параметров получены развертки плечевого пояса с помощью программы Rhinoceros, который является опорной поверхностью для плечевой одежды. Параметры углов наклона плечевого ската играют важную роль в конструировании одежды:

- влияет на посадку и комфорт: правильный учет угла наклона плеч позволяет достичь комфортной и естественной посадки одежды на фигуре;
- определяет эстетику одежды: влияет на силуэт и пропорции в одежде, гармоничность и привлекательность внешнего вида;
- знание величины угла наклона плечевого пояса позволит корректировать особенности фигуры, например, компенсировать асимметрию.

Пример построения развертки плечевого пояса для женской фигуры (164-88-94, 2 п.гр) в программе Figma, приведен на рисунке 1,а.

Генерирование графических образов типовых российских фигур выполняли в программе САПР Грация [2]. Для корректной работы программы в окне «Формул» внесены усредненные значения для каждого размерного варианта. Через функцию «Параметры размножения» выбраны размерно-ростовочные варианты, на которые выполняется построение (Рис. 1,б).

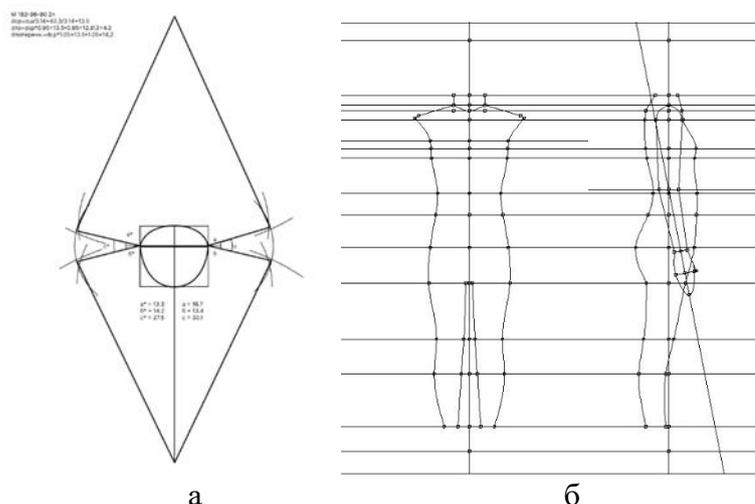


Рис. 1. Элементы базы данных графических параметров:

а- абрис фигуры во фронтальной и профильной проекциях; б- развертка плечевого пояса для М 182-96-80, 2п в программе Figma

Абрисы необходимы для передачи пластики и формы фигуры, которую дополняют графические контуры.

Генерирование виртуальных двойников торсов мужских и женских фигур по каждой выделенной группе выполнялись в программе Rhinoceros. С этой целью получены сечения от уровня обхвата шеи до выступающей точки ягодиц ниже на 4 сантиметра с шагом равным 2 сантиметра.

Пример готового виртуального манекена представлен на рисунке 2.



Рис. 2. Виртуальный манекен торса мужской фигуры 182-96-74

Все разработанные виртуальные манекены торсов женских и мужских фигур представлены в виде трехмерных объектов, сохранены в формате .OBJ и имеют возможность интегрирования в САПР общего и специального назначения.

В ходе работы сделан вывод о необходимости расширения исходной базы данных дополнительной графической и цифровой информацией о характеристике фигуры. Для этого в программе Rhinoceros получены следующие горизонтальные сечения обхватов на основных антропометрических уровнях: шеи, через плечевые точки, груди первый, груди третий, груди четвертый, талии, через выступающую точку живота, бедер, бедра, колена, икроножной мышцы, щиколотки. Определены величины поперечных и передне-задних диаметров горизонтальных сечений на основных антропометрических уровнях. Определены значения размерных признаков: положение корпуса, глубина талии1, глубина талии 2, выпуклость живота, угол наклона боковой поверхности бедер, ягодич, живота.

Новая информационная база данных, включает параметрические характеристики, необходимые для визуализации антропоморфного облика виртуальных двойников женских и мужских фигур в программах трехмерной визуализации и проверки на предмет соответствия российским типовым фигурам. Она позволяет выполнить проверку существующих цифровых двойников фигур согласно российской типологии населения и предназначена для реализации ряда задач, которые описаны ниже.

Задача 1. Проверка координат основных антропометрических точек на задних, боковых и передних контурах цифровых двойников фигур.

Программы для трехмерного моделирования и визуализации одежды имеют интегрированные аватары, которые могли быть созданы по национальным стандартам других стран. Для проверки соответствия такого цифрового двойника (аватара) российской типовой фигуре необходимо выполнить следующие операции:

- выбрать наиболее близкий цифровой двойник (аватар) российской типовой фигуры;
- выбрать из БД графические изображения профильной и фронтальной проекций типовой фигуры;
- совместить оба цифровых двойника в профильной и фронтальной проекциях;
- измерить отклонения между задними, боковыми и передними контурами в основных антропометрических точках цифрового двойника.

Этапы реализации задачи представлены на рисунке 3.

После совмещения двух изображений видно, что боковой контур цифрового двойника имеют большую степень совпадения с боковым контуром типовой фигуры, задний контур имеет отклонения в области талии, а передний контур имеет отклонения в выступающей точке грудных желез. Проверяемый цифровой двойник выполнен в виде полноростового аватара CLO 3D, а российский аналог показан черными контурными линиями [5].

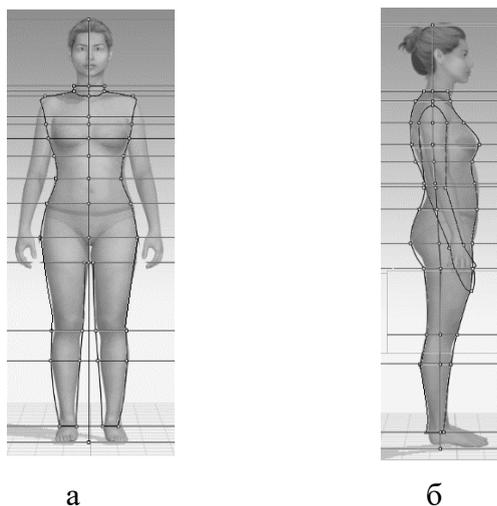


Рис. 3. Этапы проверки задних, боковых и передних контуров цифровых двойников (164-88-94) в проекциях: а - фронтальная; б - профильная.

Задача 2. Проверка значений передней и задней долей передне-задних диаметров основных антропометрических обхватов.

Рассмотрим пример реализации задачи на уровне обхвата груди третьего. Чтобы проверить цифровой двойник в горизонтальной плоскости, надо предварительно провести дополнительные вертикальные плоскости через плечевую точку и середину аватара. Для этого необходимо выполнить следующие операции:

- получить сечение цифрового двойника (аватара) на исследуемом антропометрическом уровне;
  - выбрать из каталога горизонтальное сечение нужного размерного варианта типовой российской фигуры;
  - совместить сечения аватара и типовой фигуры;
  - оценить степень отклонения сечения цифрового двойника (аватара) от типового;
  - измерить величину отклонения между долями передней и задней частей диаметров
- [5].

Этапы реализации задач представлены на рисунке 4.

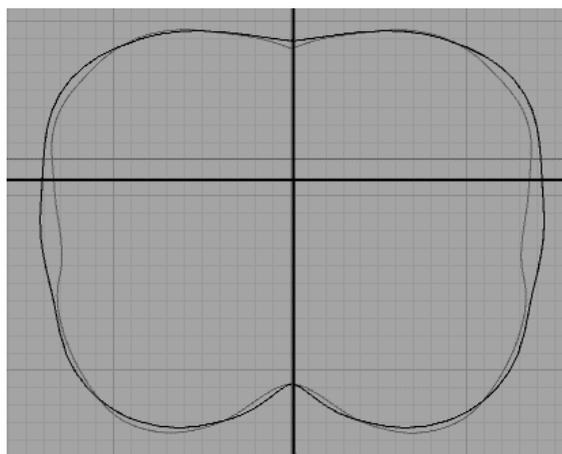


Рис. 4. Проверка горизонтальных сечений цифровых двойников (164-88-94) на уровне обхвата груди третьего: совмещенные горизонтальные сечения

Можно видеть, что есть несовпадение контуров в областях подмышечных впадин, а также увеличенная передняя доля передне-заднего диаметра [5].

Задача 3. Проверка значений углов в развертке плечевого ската фигуры.

Развертку поверхности цифрового двойника можно получить в САПР общего и специального назначения. В качестве примера показана развертка плечевого пояса цифрового двойника (аватара) в программе CLO 3D и сравнение ее с разверткой типовой российской фигуры. Для проверки развертки она совмещена с графическим изображением развертки плечевого пояса типовой российской фигуры (Рис.5).

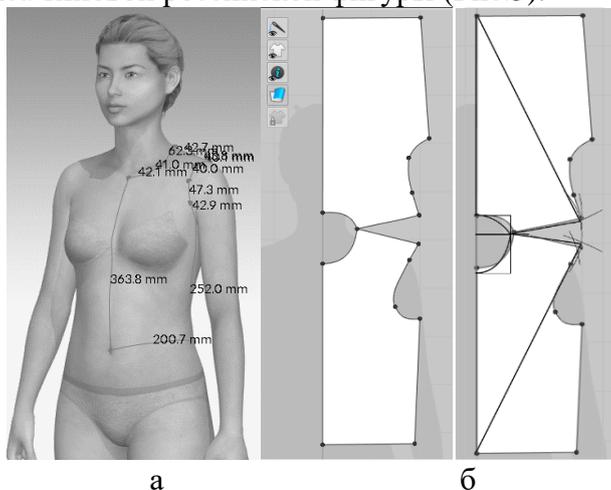


Рис. 5. Проверка углов развертки плечевого пояса цифровых двойников (164-88-94): а - развертка плечевого пояса цифрового двойника (аватара) CLO 3D, б - совмещенные развертки цифрового двойника (аватара) CLO 3D и типовой российской фигуры

После совмещения разверток плечевого пояса аватара и типовой фигуры, наблюдается увеличение общего угла плечевого ската между спинкой и передом аватара по отношению к общему углу типовой фигуры. Также видно, что глубина линии горловины переда значительно меньше у аватара, чем у типовой фигуры [5].

Задача 4. Визуальный анализ (степень подобия) цифровых двойников.

Поставленную задачу можно решить в САПР специального и общего назначения путем импорта цифрового двойника (аватара) и трехмерной модели торса типовой российской фигуры. Реализация задачи показана в двух вариантах: первом - на примере импорта цифрового двойника (аватара) программы CLO 3D и 3D модели торса типовой российской фигуры в программу для их сравнения Rhinoceros, втором - путем импорта обеих 3D моделей в программу CLO 3D (Рис.6).

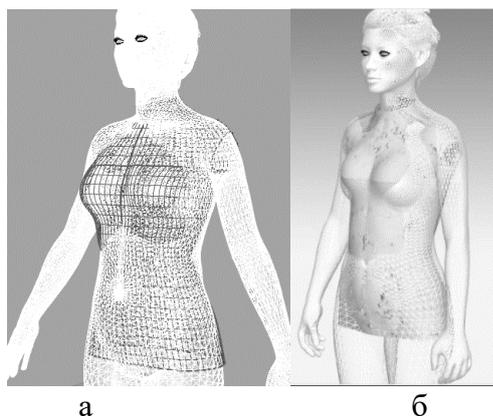


Рис. 6. Визуальный анализ цифрового двойника в различных САПР: а - Rhinoceros; б - CLO 3D

Видно, что работа с трехмерными объектами в САПР специального и общего назначения позволяет оценить степень их подобия с любого ракурса и выполнить наиболее полную оценку антропоморфного соответствия цифрового двойника фигуры [5].

Преимуществом разработанной авторами базы данных являются новые параметрические характеристики, необходимые для визуализации антропоморфного облика виртуальных двойников женских и мужских фигур в программах трехмерной визуализации и проверки на предмет соответствия российским типовым фигурам.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Фонда содействия инновациям в рамках проекта №484ГССС15-L/78834 «Виртуальные двойники для цифровой моды».*

#### ЛИТЕРАТУРА

1. ТРАНСМЕТАЛЛ: что такое бодисканер? // Легкая промышленность Курьер: сайт. – URL: <https://lp-magazine.ru/lpmagazine/2012/02/375> (дата обращения: 23.09.2024)
2. САПР Грация, <https://www.saprgrazia.com/> (дата обращения 06.09.2024г.)
3. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2019622196 РФ. База данных цифровых двойников сканированных полноростовых мужских фигур. И.В. Жукова, В.Е. Кузьмичев, Е.В. Румянцев. Заявл. от 18.11.2019; опубл. 27.11.2019. Иваново, 2019.-18с.
4. Свидетельство о регистрации базы данных № 2021621691 РФ. База данных цифровых двойников сканированных полноростовых женских фигур. Жукова И.В., Кузьмичев В.Е., Сахарова Н.А. Заявка № 2021621596 от 29.07.2021; опубл. 10.08.2021. Иваново, 2021.-18с.
5. Свидетельство о регистрации базы данных № 2023622793 РФ. База данных параметрических характеристик для проверки антропоморфного соответствия цифровых двойников фигур программ трехмерной визуализации российским типовым фигурам. Дементьева К.А., Егорова А.А., Жукова И.В., Кузьмичев В.Е., Новосадова А.А., Рябова А.Д. Заявка № 2023622595 от 07.08.2023; опубл. 15.08.2023. Иваново, 2023.-18с.

**ОТЛИЧИТЕЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ АВТОМАТИЗАЦИИ И ЦИФРОВИЗАЦИИ  
БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ В ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

**DISTINCTIVE FEATURES OF AUTOMATION AND DIGITALIZATION BUSINESS  
PROCESSES IN LIGHT INDUSTRY**

А.Д. Державина  
A.D. Derzhavina

Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения  
Saint-Petersburg State University of Aerospace Instrumentation  
E-mail: derzhavina.a.d@mail.ru

**Статья посвящена выявлению ключевых отличий между автоматизацией и цифровизацией бизнес-процессов в легкой промышленности. Приведены определения понятий и примеры автоматизации и цифровизации бизнес-процессов на современных предприятиях отрасли.**

**Ключевые слова:** цифровизация, автоматизация, легкая промышленность, бизнес-процессы.

**The article is devoted to identifying the key differences between automation and digitalization of business processes in light industry. Definitions of concepts and examples of automation and digitalization of business processes at modern enterprises in the industry are provided.**

**Key words:** digitalization, automation, light industry, business processes.

Термин “автоматизация” начали активно использовать с 1946 года в сфере автомобильной промышленности. Им описывали автоматические устройства и средства управления на механизированных производственных линиях, которые все начинали применять в работе. Авторство приписывают техническому менеджеру Ford Motor Company Д.С.Хардери. Кроме производства, этим термином стали обозначать системы, заменяющие значительные интеллектуальные и мышечные усилия людей механическими, электрическими и компьютеризированными действиями.

Так как термин “автоматизация” впервые был использован в машиностроении, автору кажется логичным опереться на определение понятия из учебника “Автоматизация производственных процессов в машиностроении: учебник и практикум для вузов” под редакцией Н.М. Куликова.

Автоматизация — это применение энергии неживой природы в производственных процессах, управляемых людьми [1].

Далее в пособии приводится наглядная таблица, демонстрирующая классификацию производственных процессов в зависимости от соотношения энергии людей и неживой природы для их реализации. Привожу ее ниже с дополнением в виде столбца “Примеры производственных процессов в легкой промышленности” (см. таблицу 1).

Соотношение энергии в производственных процессах

Производственные процессы	Энергия воздействия	Управление	Примеры производственных процессов в легкой промышленности
Ручные	Человек	Человек	Сметывание, распарывание, подрезка углов, удаление ниток
Механизированные	Неживая природа		Стачивание на прямострочной машине, обметывание на обметочной машине, раскрой при помощи раскройного ножа
Автоматизированные		Человек и искусственная логическая система	Раскрой деталей при помощи раскройного комплекса
Автоматические		Искусственная логическая система	Пошив и складывание готовых простыней на автоматической линии от компании Техра

В качестве одного из примеров привожу участок пошива пододеяльников, наволочек и простыней в Тейковском ХБК от компании Техра (Германия) - при условиях работы 24/7 он позволяет получить производительность около 2-3 пододеяльников в минуту.

При этом отдельно следует отметить, что в автоматическом производственном процессе участие человека исключено.

Итак, в качестве плюсов автоматизации можно привести следующие:

- снижение влияния человеческого фактора,
- экономия человеческих ресурсов;
- устранение возможности ошибок,
- повышение точности и скорости выполнения задач.

Все это несомненно позволяет производствам расти и достигать бóльших экономических показателей, однако, человечество движется вперед и сейчас все чаще звучит термин “цифровизация”.

«Национальная программа развития цифровой экономики РФ “Цифровая экономика 2024”» характеризует цифровизацию как наиболее важный фактор развития производства во всех социальных и экономических областях [2].

В «Стратегии развития информационного общества РФ на 2017–2030 годы» отмечено, что «цифровая экономика – это хозяйственная деятельность, в которой ключевым фактором производства являются данные в цифровом виде, обработка больших объемов и использование результатов анализа которых по сравнению с традиционными формами хозяйствования позволяют существенно повысить эффективность различных видов производства, технологий, оборудования, хранения, продажи, доставки товаров и услуг» [3].

Впервые термин «цифровизация» ввел в употребление в 1995 г. американский информатик Николас Негропonte. Под цифровизацией в узком смысле он понимал преобразование информации в цифровую форму, которое в большинстве случаев ведет к снижению издержек [4].

Современное определение понятия “цифровизация” дано Л.В. Лapidус, д.э.н., профессором, зам. директора Национального центра цифровой экономики МГУ им. М.В.

Ломоносова. Звучит оно так: “Цифровизация – это процесс перехода к цифровому региону - трансформация процессов кросс-регионального, межотраслевого, межличностного взаимодействия в регионе за счет проникновения цифровых технологий, направленная на повышение качества жизни населения, повышение конкурентоспособности экономики РФ, обеспечение национальной безопасности и суверенитета нашей страны” [5].

Цифровизацией называют внедрение цифровых технологий в разные сферы жизни человечества: от повседневного быта до производства, бизнеса и государственного управления. Применительно к организациям часто говорят об автоматизации бизнес-процессов. Но это понятие гораздо уже цифровизации — оно подразумевает «прямой» перевод в электронный вид всех этапов существующего процесса без серьезного пересмотра его логики. В то время как цифровизация вносит существенные изменения в саму модель процесса и даже может становиться центром корпоративной культуры.

Самый очевидный пример цифровизации в бизнес-процессах — отказ от привычного визуального образа бумажного документа в электронном виде и его трансформация в некий новый формат (сообщение в системе, запись в справочнике и пр.). Другой пример — встраивание в бизнес-процессы новых технологий, например, механизмов искусственного интеллекта для обработки и анализа данных. В этом случае полностью меняется схема взаимодействия человека с информацией.

Понятие “цифровизация” можно рассмотреть на примере реализации рекомендательных систем на маркетплейсах. Чтобы предложить какой-то товар покупателю система вынуждена проанализировать большой объем данных о покупательских предпочтениях - все купленные, просмотренные и оставленные в корзине товары, личная информация из социальных сетей, поисковые запросы и т.д.. Автоматизировать данную операцию невозможно - рекомендации каждый раз будут строиться по новым параметрам и на основе разного объема данных. Поэтому для выявления предпочтений человека применяются алгоритмы машинного обучения. Искусственный интеллект анализирует информацию, которую можно использовать для составления персональных рекомендаций. Некоторые сервисы также используют обратную связь от пользователя для обучения модели.

Цифровизация в легкой промышленности предполагает полную автоматизацию и цифровизацию всех физических активов предприятия (производственных мощностей, складских помещений, дистрибуции и т.д.), а также их интеграцию в цифровую экосистему вместе с бизнес-партнерами и конечными потребителями.

Примеры цифровизации бизнес-процессов в легкой промышленности:

- программы управленческого учета, позволяющие осуществлять складской учет, организовывать хранение сырья и готовых изделий, производить учет раскроя, брака и отгруженной продукции;

- программные решения для анализа и планирования производства, *автозаказа сырья*, составления технологических карт, производственных планов, расчета себестоимости продукции, отслеживания и контролирования ее доставки и передачи удаленным покупателям;

- системы организации труда;

- системы анализа и обработки поступающих от потребителей заказов;

- системы, позволяющая *прогнозировать* будущие заказы покупателей, принимая во внимание мировые тенденции в мире моды, подводя итоги продаж на сегодняшний день и планируя будущие модели продукции для своей целевой аудитории [6].

Резюмируя, хотелось бы отметить, что автоматизация — это замена человеческого труда на механический/компьютерный полностью копируя алгоритм действий человека, а цифровизация - пересмотр и изменение процесса с применением современных технологий обработки больших данных, искусственного интеллекта и машинного обучения. Таким образом, переход к цифровизации является необходимым шагом для легкой промышленности, способствующий ее росту и конкурентоспособности в условиях быстро меняющегося экономического ландшафта.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Куликова, Е. А. Автоматизация производственных процессов в машиностроении : учебник и практикум для вузов / Е. А. Куликова, А. Б. Чуваков, А. Н. Петровский. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 252 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-15213-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/544138>.
2. Национальная программа «Цифровая экономика Российской Федерации». [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://digital.gov.ru/ru/activity/directions/858/>.
3. Стратегия развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 годы (утв. Указом Президента РФ от 09.05.2017 № 203 // СПС «Гарант». [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://base.garant.ru/71670570/>.
4. Писарев И.В., Бывшев В.И., Пантелеева И.А., Парфентьева К.В. (2022), Исследование готовности регионов России к цифровой трансформации. П-Есоному. Т. 15. № 2. С. 22-37. №11. С. 8-12.
5. Ломоносовские чтения (2019). Цифровая трансформация для укрепления экономического потенциала страны и улучшения качества жизни людей: Сборник материалов научно-практической конференции «Региональное измерение цифровой трансформации» и междисциплинарной секции «Социально-экономическое воздействие цифровой трансформации»: под ред. Т.В. Ершовой, Л.В. Лапидус. М.: Научно-образовательный центр компетенций в области цифровой экономики МГУ имени М.В. Ломоносова.
6. Блюм, В. С. Проблемы и пути цифровизации легкой промышленности России / В. С. Блюм, А. Д. Килимова // Актуальные проблемы экономики и управления. – 2019. – № 4(24). – С. 33-39.

## ВЛИЯНИЕ ПЛАЗМЕННОГО ФТОРИРОВАНИЯ НА ГИДРОФОБНЫЕ СВОЙСТВА ПОЛИПРОПИЛЕНОВОЙ ПЛЕНКИ

### EFFECT OF PLASMA FLUORINATION ON HYDROPHOBIC PROPERTIES OF POLYPROPYLENE FILM

С.П. Дробот<sup>1,2</sup>, И.В. Холодков<sup>3</sup>, Т.Ю. Кумеева<sup>1</sup>, Н.П. Пророкова<sup>1,2</sup>  
S.P. Drobot<sup>1,2</sup>, I.V.Kholidkov<sup>3</sup>, T.Yu. Kumeeva<sup>1</sup>, N.P. Prorokova<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Институт химии растворов им. Г.А. Крестова Российской академии наук (Иваново)

<sup>2</sup>Ивановский государственный политехнический университет

<sup>3</sup>Ивановский государственный химико-технологический университет

<sup>1</sup>G.A. Krestov Institute of Solution Chemistry of the Russian Academy of Sciences  
(Ivanovo)

<sup>2</sup>Ivanovo State Polytechnic University

<sup>3</sup>Ivanovo State University of Chemistry and Technology  
npp@isc-ras.ru

Проведена оценка возможности использования плазмохимического фторирования для придания высоких водоотталкивающих свойств полипропиленовому волокнистому материалу. Исследовано влияние на степень гидрофобности полипропилена условий обработки образца. В процессе эксперимента варьировали состав плазмообразующего газа, силу тока, перепад газового потока, продолжительность обработки образца. Выявлены параметры процесса фторирования, при которых достигаются максимальные углы смачивания образцов водой.

Ключевые слова: полипропилен, водоотталкивающие свойства, угол смачивания водой, плазменное фторирование

The possibility of using plasma-chemical fluorination to impart high water-repellent properties to polypropylene fibrous material has been assessed. The effect of sample processing conditions on the degree of polypropylene hydrophobicity has been studied. The composition of the plasma-forming gas, current strength, gas flow difference, and sample processing time have been varied during the experiment. The parameters of the fluorination process at which maximum sample wetting angles with water are achieved have been identified.

Key words: polypropylene, water-repellent properties, water contact angle, plasma fluorination

Известно, что наличие у любого материала высоких водоотталкивающих свойств определяется низкой поверхностной энергией и многоуровневой шероховатостью поверхности [1]. Гидрофобизация волокнистых материалов чаще всего осуществляется путем нанесения на них специальных препаратов, которые образуют новую поверхность с более низкой энергией. Эти препараты, в основном, относятся к фторсодержащим углеводородам. Однако обеспечить присутствие на поверхности волокон фторсодержащих групп, характеризующихся низкой энергией, можно и другим путем – проведением реакции прямого газового фторирования волокнообразующего полимера.

Под термином «прямое фторирование полимеров» обычно понимается процесс гетерогенного взаимодействия газообразного молекулярного фтора или его газовых смесей (с N<sub>2</sub>, He, Ar, O<sub>2</sub> и др.) с поверхностью полимерного материала [2-4]. При этом в макромолекулах алифатических полимеров происходит замещение водорода на фтор [5, 6]. В целом, модификацию поверхности можно представить как образование поверхностного слоя, толщина, степень и химический состав которого зависят от условий проведения реакции модифицирования [7]. Толщина фторированного слоя оценивается авторами работ [8-10] в 0,01–10 мкм. Фторирование позволяет изменить ряд свойств полимерных изделий, в частности, регулировать их смачиваемость [2, 9, 11-16]. Условия процесса фторирования (состав газовой смеси, давление фтора, продолжительность процесса и т.п.) в значительной

степени определяют характеристики фторированного полимера [17]. Фторирование можно использовать для модифицирования широкого ряда полимерных изделий [1-4, 9, 10, 18]. В частности, работы [15, 19, 20, 21] посвящены прямому газовому фторированию волокнистых материалов на основе полипропилена.

Однако, несмотря на все достоинства, прямое газовое фторирование не находит широкого применения в связи с необходимостью использования газообразного фтора – чрезвычайно токсичного, реакционно- и коррозионноактивного газа. Он поставляется потребителям как газовая смесь высокого давления, обычно содержащая 10-20 % об. фтора в азоте. Неразбавленный фтор обычно не продается, так как его использование технически сложно и строго контролируется [22].

В литературе приводятся сведения, что подобного эффекта можно достичь также с помощью генерирования плазменного разряда в среде фторсодержащих неполимеризующихся газов [7, 22-24]. Атомы и радикалы фтора, формирующиеся в плазме, отрывают атомы Н от углеводорода и пассивируют получающиеся алкильные группы, образуя группы С- $F_n$ . Энергетические потоки ионов и фотонов, по мнению авторов [23], инициируют также реакции сшивки. Однако процесс плазменного фторирования и возможность его практического применения для модифицирования полимерных материалов изучен пока весьма слабо.

Настоящая работа посвящена оценке возможности использования плазмохимического фторирования для придания высоких водоотталкивающих свойств полипропиленовому волокнистому материалу (ППВМ). Обработку ППВМ проводили при генерировании плазмы в среде тетрафторэтана ( $CFH_2-CF_3$ ), тетрафторметана ( $CF_4$ ), смеси этих газов, а также смеси их с аргоном (Ar). В ряде экспериментов в качестве модели ППВМ использовали полипропиленовую (ПП) пленку. Для оценки влияния на степень фторирования условий обработки образца варьировали состав плазмообразующего газа, силу тока, перепад газового потока, продолжительность обработки образца.

В качестве экспресс-метода оценки степени фторирования для подбора оптимальных условий обработки ППВМ использовали определение величины угла смачивания образца водой.

Значения краевых углов ПП пленки, обработанной генерированным в различных плазмообразующих газах разрядом, приведены в таблице 1.

Таблица 1.

Влияние состава плазмообразующего газа на краевые углы ПП пленки

Условия обработки: давление 80 Па, ток 20 мА, объемный расход плазмообразующего газа  $10 \text{ см}^3/\text{с}$ , время обработки 5 мин

Состав газа	Фторсодержащий газ (100 %) $CFH_2-CF_3$	Фторсодержащий газ (100 %) $CFH_2-CF_3 : CF_4$ 5 % : 95 %	Фторсодержащий газ (90 %) $CFH_2-CF_3 : CF_4$ 5 % : 95 %, Ar (10 %)	Фторсодержащий газ (50 %) $CF_4$ , Ar (50 %)	Фторсодержащий газ (100 %) $CF_4$
Краевой угол, град	$92,7 \pm 1,2$	$107,3 \pm 1,8$	$105,3 \pm 2,8$	$115,0 \pm 2,3$	$121,5 \pm 2,8$
Краевой угол необработанной ПП пленки $86,4 \pm 1,1$					

Из табл. 1 следует, что обработка ПП пленки фторсодержащей плазмой приводит к возрастанию углов ее смачивания водой на 6-35 градусов. Величина прироста краевого угла определяется составом плазмообразующего газа. Максимальное увеличение водоотталкивания наблюдается при использовании тетрафторметана ( $CF_4$ ).

О влиянии силы тока на величину углов смачивания водой ПП пленки, обработанной фторсодержащей плазмой, судили по данным, приведенным в табл. 2.

Таблица 2

Влияние силы тока на величину краевых углов ПП пленки  
Условия обработки: давление 80 Па, время обработки 5 мин., объемный расход плазмообразующего газа 15 см<sup>3</sup>/с, смесь газов CF<sub>4</sub> и Ar 50:50

Сила тока, мА	5	10	20	30	40
Краевой угол, град	78,1 ± 0,8	114,0 ± 1,9	115,0 ± 2,3	110,1 ± 1,3	81,6 ± 1,5
Краевой угол необработанной ПП пленки 86,4 ± 1,1					

Из табл. 2 следует, что максимальными значениями углов смачивания водой характеризуется пленка после обработки фторсодержащей плазмой, генерированной при силе тока 10 – 30 мА.

Влияние на углы смачивания водой обработанной пленки перепада газового потока иллюстрируется данными, представленными в табл. 3.

Таблица 3

Влияние перепада газового потока на углы смачивания ПП пленки  
Условия обработки: давление 70 Па, ток 20 мА, поток переменный, время обработки 10 мин, перепад на расходомере 20-60 мм

Перепад потока, мм	20	30	40	50	60
Краевой угол, град	129,4 ± 1,2	128,5 ± 2,9	125,1 ± 2,4	126,2 ± 2,3	125,7 ± 2,5
Краевой угол необработанной ПП пленки 86,4 ± 1,1					

Данные табл. 3 свидетельствуют, что наибольшие значения углов смачивания пленки водой зафиксированы при перепаде газового потока 20 мм. В целом эта характеристика условий генерирования плазменного разряда мало влияет на значения углов смачивания ПП пленки, обработанной фторсодержащей плазмой.

О влиянии на углы смачивания водой продолжительности обработки ПП пленки фторсодержащей плазмой судили по данным, приведенным в табл. 4.

Таблица 4

Влияние продолжительности обработки на краевые углы ПП пленки и ППВМ.

Условия обработки: давление 80 Па, ток 20 мА, перепад потока 42 мм

Продолжительность обработки, мин.	0	5	10	15	20	25
Краевой угол ПП пленки, град	86,4 ± 1,1	112,8 ± 2,4	126,5 ± 2,1	128,4 ± 3,2	132,5 ± 2,4	129,4 ± 3,3
Краевой угол ППВМ, град	127,6 ± 3,9	133,5 ± 4,2	139,2 ± 3,7	143,1 ± 4,3	144,0 ± 3,4	140,3 ± 3,7

Из таблицы следует, что обработка ПП материалов в течение 10-25 минут приводит к существенному увеличению углов смачивания водой. ПП материалы приобретают краевые углы от 126 до 140 градусов, причем высокие значения краевых углов достигаются уже при 10-15 мин. обработке. Это, в первую очередь, свидетельствует о понижении поверхностной энергии пленки и нетканого материала, что может явиться следствием образования на их поверхности фторсодержащих групп. Для проверки этой гипотезы методом энергодисперсионного анализа проводили количественное определение поверхностного содержания фтора. Полученные данные представлены в табл. 5.

Таблица 5

Влияние продолжительности обработки на поверхностное содержание фтора на ПП пленке и ППВМ.

Условия обработки: давление 80 Па, ток 20 мА, перепад потока 42 мм

Содержание фтора, % масс.	Продолжительность обработки, мин.					
	0	5	10	15	20	25
Содержание фтора на поверхности ПП пленки, % масс.	0	9,0 ± 0,3	14,8 ± 0,5	19,5 ± 0,4	18,8 ± 0,4	20,2 ± 0,4
Содержание фтора на поверхности ППВМ, % масс.	0	7,2 ± 0,3	10,8 ± 0,2	14,1 ± 0,3	16,2 ± 0,4	18,3 ± 0,3

Данные табл. 5 показывают, что с увеличением продолжительности обработки ПП материалов фторсодержащей плазмой поверхностное содержание фтора возрастает. Следует отметить, что содержание фтора на поверхности ПП пленки выше, чем на поверхности волокон, образующих ППВМ. Это, по-видимому, связано с тем, что плоская поверхность ПП пленки более доступна при обработке плазменным разрядом, чем поверхность волокон, образующих нетканый материал, который имеет сложную объемную структуру.

Определены условия обработки фторсодержащей плазмой полипропиленовых материалов, обеспечивающие придание им максимальных углов смачивания водой: плазмообразующий газ – тетрафторметан (CF<sub>4</sub>), сила тока - 10 – 30 мА, перепад газового потока – 20 мм, продолжительность обработки – 10-15 мин.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Бойнович, Л.Б. Гидрофобные материалы и покрытия: принципы создания, свойства и применение / Л.Б. Бойнович, А.М. Емельяненко // Успехи химии. – 2008. – № 77 (7). – С. 619 - 638.
2. Tressaud, A. Modification of surface properties of carbon-based and polymeric materials through fluorination routes: From fundamental research to industrial applications / A. Tressaud, E. Durand, C. Labruege`re, A.P. Kharitonov, L.N. Kharitonova // J. of Fluorine Chemistry. - 2007. – 128. – P. 378–391.
3. Kharitonov, A.P. Direct fluorination of polymers– from fundamental research to industrial applications / A.P. Kharitonov // Progress in Organic Coatings. – 2008. – 61 – P. 192–204.
4. Kharitonov A.P. Chapter 2: Direct fluorination of polymers—from fundamental research to industrial applications. In: Fluorine Chemistry Research Advances / Ed. Ira V. Gardiner - Nova Science Publishers, Inc. 2007 - P. 35-103.
5. Schonhorn, H. Fluorinations of polyethylene Single Crystals / H. Schonhorn, R.K. Gallagher, J.P. Luongo, F.J. Padden // Macromolecules. – 1970. – № 3. – P. 800-801.
6. Clark, D.T. Applications of ESCA to polymer chemistry. Part VI. Surface fluorination of polyethylene. Application of ESCA to the examination of structure as a function of depth / D.T. Clark, W.J. Feast, W.K.R. Musgrave, I.J. Ritchie // J. Polym. Sci., Part A: Polym. Chem. – 1975. – V. 13. – P. 857-890.
7. Назаров, В.Г. Поверхностная модификация полимеров: монография. - М.: МГУП. 2008. 474 с.
8. Anand M., Hobbs J.P., Brass I.J. Surface fluorination of polymers, in: R.E. Banks, B.E. Smart, J.C. Tatlow(Eds.), Organofluorine Chemistry: Principles and Commercial Applications, Plenum Press, New York.– 1994. - P. 469–481.
9. Kharitonov, A. P. Practical applications of the direct fluorination of polymers. / A.P. Kharitonov // J. Fluorine Chem. – 2000. - V.103. –P. 123-127.

10. Jagur-Grodzinski, J. Modification of polymers under heterogeneous conditions / J. Jagur-Grodzinski // *Progr. Polymer Sci.* – 1992. - V.17. –P. 361-415.
11. Du Toit, F.J. The effect of surface fluorination on the wettability of high density polyethylene / F.J. Du Toit, R.D. Sanderson, W.J. Engelbrecht, J.B. Wagener // *J. Fluor. Chem.* – 1995. - V.74. - 43 – 48.
12. Du Toit, F.J. Surface fluorination of polypropylene: 1. Characterisation of surface properties / F.J. Du Toit, R.D. Sanderson // *J. Fluor. Chem.* – 1999. - V. 98. – P. 107 –114.
13. Du Toit, F.J. Surface fluorination of polypropylene: 2. Adhesion properties / F.J. Du Toit, R.D. Sanderson // *J. Fluor. Chem.* – 1999. - V. 98. –P. 115–119.
14. Brass, I. The effect of fluorination on adhesion to polyethylene / I. Brass, D.M. Brewis, I. Sutherland, R. Wiktorowicz // *Int. J. Adhes. Adhes.* – 1991. - V.11. –P. 150–153.
15. Prorokova, N.P. Improvement of polypropylene nonwoven fabric antibacterial properties by the direct fluorination / N.P. Prorokova, V.A. Istratkin, T.Yu. Kumeeva, S.Yu. Vavilova, A.P. Kharitonov, V.M. Bouznik // *RSC Advances.* – 2015. - V. 5. - P. 44545-44549.
16. Belov, N.A. Direct fluorination as method of improvement of operational properties of polymeric materials / N.A. Belov, A.Y. Alentiev, Y.G. Bogdanova, A.Y. Vdovichenko, D.S. Pashkevich // *Polymers.* –2020.–V.12.– 2836.
17. Kharitonov, A.P. Improvement of Performance Characteristics of Polymer Materials by Direct Fluorination / A.P. Kharitonov // *Chem. Sust. Dev.* – 2004. - V.12. –P. 625–630.
18. Lagow R.J., Margrave J.L. Direct fluorination: a “new” approach to fluorine chemistry. In: *Progress in inorganic chemistry*, Ed. Stephen J. Lippard. Hoboken: John Wiley & Sons, Inc, - 2007. P. 161-210.
19. Vargha, V. Functionalisation of polypropylene non-woven fabrics (NWFs) / V. Vargha, A. Chetty, Z. Sulyok, J. Miharly, Z. Keresztes, A. Torth, I. Sajor, L. Korecz, R. Anandjiwala, L. Boguslavsky // *J. Therm. Anal. Calorim.* –2012. - V. 109. –P. 1019–1032.
20. Кумеева, Т.Ю. Регулирование сорбционных свойств и смачиваемости полипропиленового нетканого материала с помощью прямого фторирования / Т.Ю. Кумеева, Н.П. Пророкова // *Журнал прикладной химии.* - 2019. - Т. 92, № 5. - С. 668-673.
21. Nazarov, V.G. Gradient non-woven fabrics with a modified surface nanolayer for water filtration in construction industry / V.G. Nazarov, L.A. Ivanov, A.V. Dedov, E.S. Bokova, E.S. Statnik // *Nanotechnologies in construction.* – 2023 - V. 15 (2) – P. 117-123.
22. Kirk, S. Fluorine plasma treatments of polypropylene films, 1 – surface characterization / S. Kirk, M. Strobel, C.-Y. Lee, S.J. Pachuta, M. Prokosch, H. Lechuga, M.E. Jones, C.S. Lyons, S. Degner, Y. Yang, M.J. Kushner // *Plasma Processes Polym.* – 2010. –V. 7. – P. 107-122.
23. Yang Y., Strobel M., Kirk S., Kushner M.J. Fluorine plasma treatments of poly(propylene) films, 2 – modeling reaction mechanisms and scaling / Y. Yang, M. Strobel, S. Kirk, M.J. Kushner // *Plasma Processes Polym.* – 2010. - 2010. – V. 7. – P. 123-150.
24. Cardinaud, C. Fluorine-based plasmas: Main features and application in micro-and nanotechnology and in surface treatment / C. Cardinaud // *C. R. Chimie.* – 2018. - V. 21. – P.723 – 739.

## ПРИМЕНЕНИЕ ТЕРМОХРОМНЫХ КРАСИТЕЛЕЙ В ТРАДИЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ ТРАФАРЕТНОЙ ПЕЧАТИ

### APPLICATION OF THERMOCHROMIC DYES IN TRADITIONAL SCREEN PRINTING TECHNOLOGIES

С.А. Ерофеева, Н.В. Дащенко  
S.A. Erofeeva, N.V. Daschenko

Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна  
Saint Petersburg State University of Industrial Technologies and Design  
E-mail: sofya\_erofeeva@mail.ru, dnv77@mail.ru

В современном мире использование инновационных технологий в области колорирования полимерных материалов становится все более актуальным и востребованным. Одним из перспективных методов изменения цвета полимерных изделий является применение термохромных красителей, способных реагировать даже на малейшие изменения температуры. Данное исследование имеет достаточно важное значение для развития сферы производства полимерных изделий, улучшения их потребительских свойств и расширения возможностей для инновационного дизайна.

**Ключевые слова:** термохромные красители, трафаретная печать, устойчивость окраски, хлопчатобумажная ткань, полиэфирная ткань.

In the modern world, the use of innovative technologies in the field of colouring polymeric materials is becoming more and more relevant and in demand. One of the promising methods of changing the colour of polymer products is the use of thermochromic dyes capable of reacting to even the slightest changes in temperature. This study is quite important for the development of the sphere of polymer products production, improvement of their consumer properties and expansion of opportunities for innovative design.

**Keywords:** thermochromic dyes, screen printing, colour stability, cotton fabric, polyester fabric.

В последние годы было разработано не малое количество синтетических красителей, обладающих способностью изменять свой цвет при изменении внешних условий, например температуры. Такие, называемые термохромными, красители используют в декоративных целях, а также в качестве датчиков температуры. Все красители, обладающие эффектом термохромизма, можно условно разделить на две группы, в зависимости от их цветовой релаксации. К первым, относятся красители, способные изменять свою цветовую окраску при нагревании и возвращать свой исходный цвет при охлаждении, называют реверсивными (обратимыми), что позволяет повторно использовать окрашенный материал. Красители, для которых возможен цветовой переход, без возвращения к исходному цвету, принято называть необратимыми [1].

Органические обратимые красители делятся на две категории в зависимости от механизма изменения цвета: «прямые» и «непрямые». Для крашения непосредственно текстильных материалов, используют термохромные красители с «непрямым» механизмом изменения цвета, т. к. проявляют окраску в диапазоне температур окружающей среды, который в свою очередь соответствует диапазону температур эксплуатации текстильных изделий [2]. Наиболее пригодными являются системы, содержащие цветообразователи.

Композитные термохромные пигменты представляют собой смесь из 3-х компонентов: краситель, который имеет чувствительность к изменению рН среды, проявитель цвета, который выполняет функцию донора протонов, и гидрофобный нелетучий растворитель. Ниже точки плавления растворителя доминирует окрашенный комплекс лейкокрасителя и проявителя, а при достижении точки плавления растворителя комплекс краситель-проявитель разрушается, тем самым система обесцвечивается. Учитывая точку плавления растворителя, можно определять температуру цветового перехода.

В качестве примера используемых лейкокрасителей или цветообразователей можно привести флуорановые красители, соединения диарилфталида, дифенилметана или спиропираны. Классическим цветообразователем является кристаллический фиолетовый лактон (рисунок 1), в замкнутом кольце соединение бесцветно, но при раскрытии кольца, в результате протонирования приобретает цвет [3].

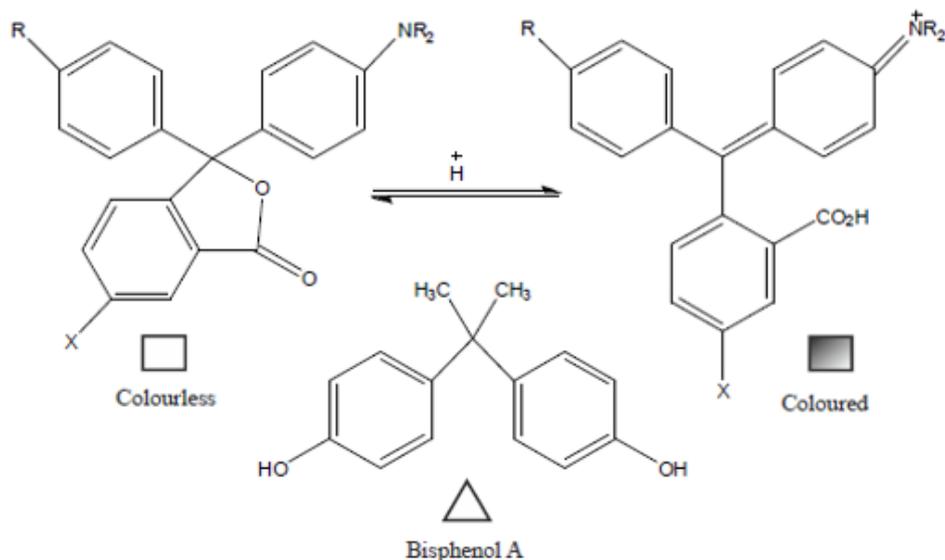


Рис. 1. Протонирование кристаллического фиолетового лактона [4]

При температуре ниже точки плавления растворителя, термохромная система считается гетерогенной, а цвет проявляется в виде окрашенного открытого кольца. При взаимодействии с анионом, полученным из проявителя, этот катион образует комплекс, не растворимый в растворителе [5, 6]. При повышении температуры до точки плавления растворителя, лейкокраситель и проявитель плавятся, образуя гомогенную жидкость, которая способствует образованию нейтральной замкнутой кольцевой формы.

Таким образом термохромные красители представляют собой уникальный класс веществ, непосредственная связь с теплом позволяет им находить широкое применение в различных областях, начиная от декоративных целей и заканчивая медицинскими технологиями.

В качестве объектов исследования были использованы:

- термохромный обратимый пигмент марки «ТН30 Thermochrome Black» с фазовым переходом «черный – бесцветный» при 28 – 30 °С;
- термохромный краситель марки «GLST Red 65» с фазовым переходом «красный – бесцветный» при 60 – 75 °С;

Печатание тканей композициями с термохромным красителем осуществлялось по традиционной технологии пигментной печати с последующей термофиксацией. Для печати была выбрана натуральная ткань растительного происхождения – хлопчатобумажная, и синтетическая полиэфирная ткань. Полученные образцы были испытаны на устойчивость окраски к физико-механическим и физико-химическим воздействиям согласно ГОСТ Р ИСО 105-X12-2018 и 105-C06-2011.

Для проведения эксперимента был приготовлен печатный состав, рецептура которого приведена в таблице 1.

Состав печатной композиции, г/кг

Связующее Акроконц с карбамолом ЦЭМ 1:1	140
Загуститель Tanaprint MAXX	17
Термохромный краситель	80
Хлористый аммоний	10
Вода	До 1000

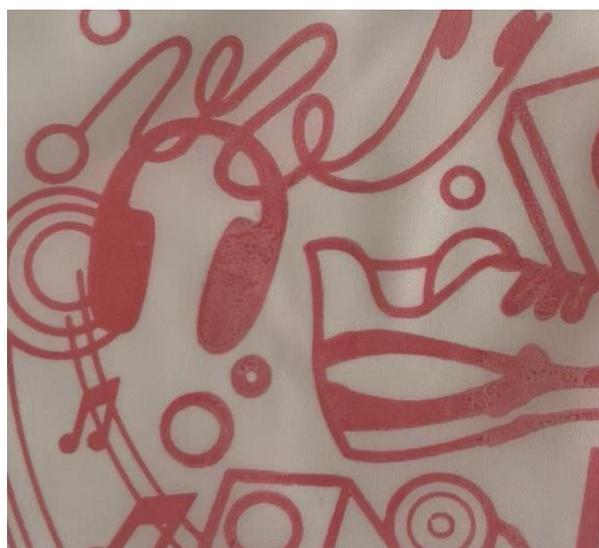
Печатание проводили через плоский сетчатый шаблон, после завершения печати образцы были высушены и подвергнуты термофиксации при  $T=160\text{ }^{\circ}\text{C}$  для обеспечения пленкообразования композиции на поверхности текстильного материала. Полученные образцы печатных рисунков представлены на рисунках 2 и 3.



Рис. 2. Печать термохромным красителем марки «ТН30 Thermochrome Black 28  $^{\circ}\text{C}$ » на текстильных материалах: а) – хлопчатобумажная ткань, б) – полиэфирная ткань



а)



б)

Рис. 3. Печать термохромным красителем марки «GLST – Red65» на текстильных материалах: а) – хлопчатобумажная ткань, б) – полиэфирная ткань

Анализ устойчивости окраски к физико-химическим и физико-механическим воздействиям, приведенный в таблице 2, позволяет сделать вывод, что при использовании связующего Акроконц и загустителя акрилового «Tanaprint MAXX» достигается высокая устойчивость окрасок к стирке и сухому трению, при этом сохраняются показатели качества печатного рисунка как для хлопчатобумажной, так и для полиэфирных тканей.

Таблица 2

Устойчивость окраски рисунков, нанесенных на ткани методом трафаретной печати

Хлопчатобумажная ткань		Полиэфирная ткань	
к мокрому/сухому трению	к стирке	к мокрому/сухому трению	к стирке
Краситель Thermochrome Black TH-30			
3/4	5/5/5	3/4	4/5/5
Краситель GLST Red 65			
4/4	3/4/5	4/4-5	3/4/4-5

На основании проведенных исследований можно сделать вывод о том, что использование термохромных красителей по технологии пигментной печати позволяет получить устойчивые рисунки на текстильных материалах различного состава с сохранением свойств термохромии.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Кричевский, Г. Е. Нано-, био-, химические технологии и производство нового поколения волокон, текстиля и одежды / Г. Е. Кричевский. – М.: Известия, 2011. – 528 с.
2. Di Nunzio, M. R. Photochromism and Thermochromism of some Spirooxazines and Naphthopyrans in the Solid State and in Polymeric Film / M. R. Di Nunzio, P. L. Gentili, A. Romani, G. Favaro // The Journal of Physical Chemistry, 2010. – Iss. 114. – P. 6123–6131.
3. Burkinshaw, S. M. Reversibly thermochromic systems based on pH-sensitive functional dyes / S. M. Burkinshaw, J. Griffiths, A. D. Towns // Journal of Materials Chemistry, 1998. – Iss. 12. – P. 2677–2683.
4. Waseem, I. An Investigation into Textile Applications of Thermochromic Pigments / I. Waseem. – U.K.: Heriot-Watt University, 2012. – P. 280.

5. Aitken, D. Textile applications of thermochromic systems / D. Aitken, S. M. Burkinshaw, J. Griffiths, A. D. Towns // *Review of Progress in Coloration*, 1996. – Iss. 26. – P. 1–8.
6. Burkinshaw, S. M. Reversibly thermochromic systems based on pH-sensitive functional dyes / S. M. Burkinshaw, J. Griffiths, A. D. Towns // *Journal of Materials Chemistry*, 1998. – Iss. 12. – P. 2677–2683.

**ПЛАНИРОВАНИЕ ЖИЛОГО МИКРОРАЙОНА  
В МЕСТЕЧКЕ ОТРАДНОЕ Г. ИВАНОВО  
ДЛЯ ПРОЖИВАНИЯ РАБОЧИХ ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

**HOUSING PLANNING IN THE PLACE OTRADNOE, IVANOVO,  
FOR THE TEXTILE INDUSTRY WORKERS**

Э.М. Жалова  
E.M. Zhalova

Ивановский государственный политехнический университет  
Ivanovo state polytechnic university  
E-mail: e\_zhalova@ro.ru

В статье рассмотрена тема актуальности планирования размещения нового жилого микрорайона в пригородном местечке Отрадное г. Иваново со зданиями, помещениями для рабочих легкой, в частности текстильной, промышленности, для дальнейшего развития соответствующей отрасли в г. Иваново. Также включена историческая справка о пространственном развитии промышленных объектов в г. Иваново и за рубежом и современный анализ территории м. Отрадное. В результате определены показатели проектируемого жилого микрорайона.

**Ключевые слова:** жилой микрорайон, инфраструктура, текстильная промышленность, Иваново.

The article is about the discussion of the relevant topic of planning the location for a new residential district in the suburban area of Ivanovo, the place Otradnoe, for living purposes of textile industry workers, including the historical short review about industrial sites development and architecture in the Ivanovo city and abroad, and modern territory analysis of the place Otradnoe. As a result, the technical characteristics of the new housing area have been identified.

**Keywords:** residential district, infrastructure, textile industry, Ivanovo.

Современные города постоянно растут, и с увеличением количества населения возрастает потребность в жилых квадратных метрах. Однако недостаточно всего лишь строить новые дома без обустройства прилегающих территорий, инфраструктуры: жителям сложно налаживать быт на такой территории. Людям необходимы конкретные цели и средства для существования, и один из способов это осуществить заключается в одновременной организации мест работы и постоянного проживания. Если построить в городе или на его окраине только фабрику, завод, но не предусмотреть места для отдыха и проживания работников таких производств, то на то, чтобы добраться из одного пункта (дом) в другой (работа) и обратно, им придется тратить неоправданно большое количество времени. Таким образом, при планировании развития города возникает потребность в размещении как производственных, так и жилых зон, наряду с соединяющими их транспортными путями – это одна из основ градостроительства [1].

Данная исследовательская работа ставит перед собой цель планирования жилого микрорайона на еще не освоенных территориях в местечке Отрадное, г. Иваново, с перспективой размещения в новых домах потенциальной рабочей силы легкой промышленности. Для достижения такой цели решаются задачи:

- изучение похожих проблем и решений, в том числе об истории строительства зданий и целых кварталов в г. Иваново и других местах для рабочих;
- анализ существующего положения рассматриваемой пригородной территории;
- разработка плана размещения жилых зданий и объектов инфраструктуры и благоустройства в м. Отрадное, г. Иваново.

Из истории уже известны примеры строительства жилых домов и комплексов специально для работников легкой промышленности. Даже отдельные здания или их группы

являются объектами культурного наследия федерального и местного значения. Это, к примеру, 400-квартирный «Дом Коллектива» – памятник конструктивизма, или Комплекс жилых домов треста «Ивтекстиль» [2], а также до сих пор сохранившееся название ивановских кварталов – «Рабочий поселок».

Малоизвестен, но стоит внимания пример строительства объекта легкой промышленности в г. Кайсери, Турция, под названием Сюмербанк, сделанный в 1930-х гг. по проекту советского архитектора из Москвы – Ивана Николаева. Социалистические особенности отразились в наличии как материальных архитектурных элементов конструктивизма применимо к зданиям фабрики, так и в укладе ее работы, способе управления производством. Также для рабочих и их семей были возведены отдельные жилые дома. В настоящее время, после десятилетий заброшенного состояния территории фабрики, этот объект взят под присмотр турецким Университетом Абдуллы Гюлля для строительства нового университетского кампуса [3]. С этой точки зрения, прослеживается необходимость в строительстве объектов общественного и жилого назначения не только для рабочих, но и для молодежи.

В настоящее время многочисленны ряды ивановских горожан или гостей города, рабочих, занятых в производстве текстильных изделий. Однако технологии собственного производства тканей, как изготавливали ситцы или лен еще в XX веке, больше не используются – более целесообразным считается использовать импортные ресурсы (ткани из Турции, Китая). Одним из способов возрождения «мануфактурного края» может быть привлечение рабочих с предоставлением им мест для проживания.

Заявленная работодателями высокая заработная плата на таких местах требует большого количества энергии, которую людям необходимо восполнять. Чем меньше времени будет тратиться на дорогу, чем качественнее разработано наполнение мест пребывания отдыхающего после тяжелого дня человека, тем эффективнее он будет, соответственно, на рабочем месте. Известна идея «третьего места» человека, выраженная в потребности посещения мест встречи с друзьями, например в кафе, клубах по интересам – такие объекты тоже необходимо предусматривать в проектируемых районах [4].

К тому же, текстильная промышленность относится к IV-III классу опасности производств, что соответствует определенной нагрузке на здоровье человека [5]. Исходя из этого, необходимо предложить рабочим, в противовес, максимально возможно комфортные условия для проживания. С этой точки зрения решено рассмотреть возможность планирования размещения нового жилого микрорайона в живописном местечке Отрадное с благоприятной экологической обстановкой. Исторически эта местность была застроена дачами купцов.

Сложившиеся на территории г. Иваново воздушные потоки, отображенные на розе ветров на рис. 1, преимущественно движутся в южном (юго-западном) направлении, тогда как предполагаемый район разместится в северо-западной пригородной части Иванова. Считается, что это обеспечит комфортные условия для проживания рабочих. Вдобавок, новый жилой микрорайон расположится рядом с зеленой зоной: с парком Степанова, на берегу реки Уводь, где потенциально можно заниматься спортом (ездить на велосипеде, бегать, кататься на лыжах). Проживание в экологически чистых районах способствует компенсации влияния вредных факторов производства на здоровье трудящихся.

С учетом дальнейшего развития транспортной системы города и перспективы развития внутреннего и пригородного железнодорожного транспорта данный район также рассматривается как территориально доступный [6].

В настоящее время территория между р. Уводь, Дюковским ручьем и дачами «Отрадное» не благоустроена, и до 2023 г. это была зона рекреационно-ландшафтных территорий, с неразграниченными землями, принадлежавшими муниципалитету. Однако был разработан проект планировки и межевания данной территории с разделением на земельные участки с различными видами разрешенного использования как для территориальной зоны Ж-3 – застраиваемой многоэтажными жилыми домами зоны, в соответствии с внесением изменений в Генплан г. Иваново после 2023 г.

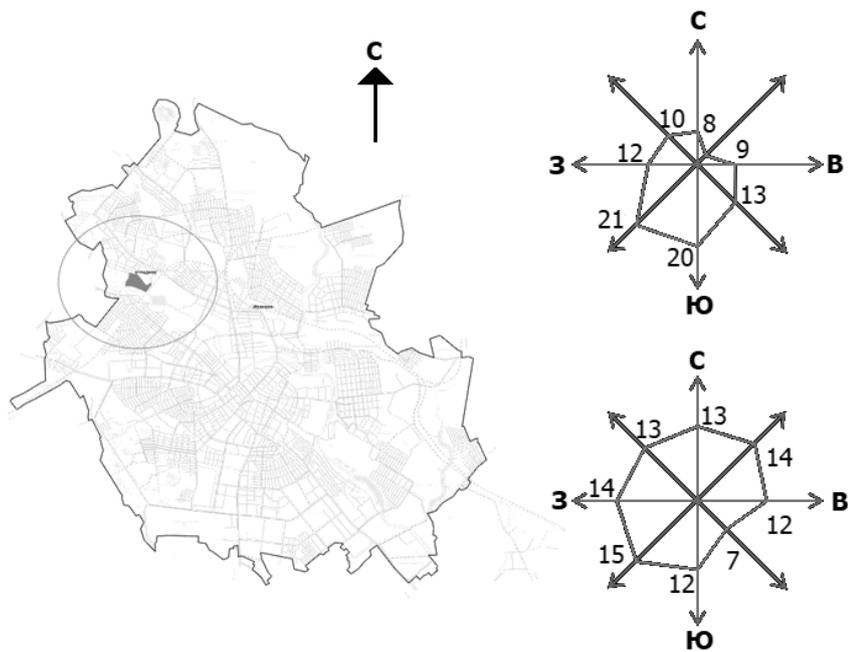


Рис. 1. Слева – расположение планируемого микрорайона на схеме г. Иваново; повторяемость ветра в г. Иваново, % – в январе (справа сверху), в июле (справа снизу)



Рис. 2. План размещения объектов жилой инфраструктуры в местечке Отрадное г. Иваново в кадастровом квартале 37:24:020703 (жилые здания выделены контурами с вертикальной штриховкой, дворовые пространства – наиболее светло-серым цветом, дороги – темно-серым)

В результате размышления над способом размещения основных жилых зданий получен план, отображенный на рис. 2. Территория площадью 16 га вместит в себя 10 жилых многоквартирных домов в 5-10 этажей на 1500 человек, магазины будут расположены на первых этажах и в пристройках к зданиям, будут организованы автомобильные стоянки, детский сад, прогулочная зона вдоль набережной (левого берега р. Увось и Дюковского ручья).

Таким образом, размещение нового жилого микрорайона в местечке Отрадное можно считать целесообразным для планирования развития города Иваново в целом и его экономической (легкой, текстильной промышленной) сферы в частности.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Потаев, Г. А. Традиции и инновации в современном градостроительстве: монография / Г.А. Потаев. — Минск: БНТУ, 2022. — 203 с. — ISBN 978-985-583-402-2. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/325724> (дата обращения: 28.09.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Распоряжение Комитета Ивановской области по государственной охране объектов культурного наследия от 20 сентября 2019 года № 160-о «Об утверждении предмета охраны объекта культурного наследия местного (муниципального) значения "Комплекс жилых домов треста "Ивтекстиль", 1929 - 1938 гг., архитектор С.Н. Грузенберг" (Ивановская область, г. Иваново, Ленина пр., 62, Комсомольская ул., 8, 10, Пограничный пер., 15/12)».
3. Doğan, Huriye. (2023). A City Shaped by Modernist Architecture: Sümerbank Textile (Cotton) Printing Factory and Its Worker Settlements. *Journal of Architecture and Urbanism*. 47. 190-201. 10.3846/jau.2023.19757. — URL (электронный доступ): [https://www.researchgate.net/publication/376415174\\_A\\_City\\_Shaped\\_by\\_Modernist\\_Architecture\\_Sumerbank\\_Textile\\_Cotton\\_Printing\\_Factory\\_and\\_Its\\_Worker\\_Settlements](https://www.researchgate.net/publication/376415174_A_City_Shaped_by_Modernist_Architecture_Sumerbank_Textile_Cotton_Printing_Factory_and_Its_Worker_Settlements) (дата обращения: 28.09.2024).
4. Харченко Л.Н., Бровко С.Б. Возникновение и развитие концепции «третьего места» в зарубежной историографии // *Общество: философия, история, культура*. 2022. № 5. С. 113-121. <https://doi.org/10.24158/fik.2022.5.16> (дата обращения: 28.09.2024).
5. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 25.09.2007 N 74 (ред. от 28.02.2022) "О введении в действие новой редакции санитарно-эпидемиологических правил и нормативов СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 "Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов" (Зарегистрировано в Минюсте России 25.01.2008 N 10995).
6. Решение Ивановской городской Думы от 15.11.2023 №466 "Об утверждении изменений в Генеральный план города Иваново".

## ВИРТУАЛЬНАЯ ВЫСТАВКА НАДЕЖДЫ ПЕТРОВНЫ ЛАМАНОВОЙ

### VIRTUAL EXHIBITION OF NADEZHDA PETROVNA LAMANOVA

Е.С. Жаринова<sup>1</sup>, М.А. Жукова<sup>1</sup>, В.Е. Кузьмичёв<sup>1</sup>, А.Ю. Москвин<sup>2</sup>, М.А. Москвина<sup>2</sup>  
E.S. Zharinova<sup>1</sup>, M.A. Zhukova<sup>1</sup>, V.E. Kuzmichev<sup>1</sup>, A.Yu. Moskvina<sup>2</sup>, M.A. Moskvina<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ивановский государственный политехнический университет

<sup>2</sup>Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна

<sup>1</sup>Ivanovo State Polytechnical University

<sup>2</sup>Petersburg State University of Industrial Technologies and Design

Email: evochka\_2009@bk.ru, zhukovamaria83@gmail.com, wkd37@list.ru, lelikn2@mail.ru;  
petrushenkoma@yandex.ru

В статье рассмотрены этапы создания виртуальной экспозиции костюмов выдающегося российского художника-модельера Надежды Петровны Ламановой. Перед созданием выставки рассмотрены особенности стиля Н.П. Ламановой, отражающие её подход к созданию костюмов и платьев, сочетание традиционных и современных элементов, внимание к деталям. Рассмотрены характерные черты ее творчества периода конструктивизма с целью выделить уникальный стиль дизайнера и её место в истории моды. Выделены особенности идей костюмов, используемых материалов, конструкций и показана связь её работ с традиционной русской одеждой. Сформирована структура виртуальной выставки.

Ключевые слова: Надежда Ламанова, конструктивизм, русская одежда, функциональность, виртуальный музей.

The article deals with the stages of creating a virtual exposition of costumes of the outstanding Russian artist and fashion designer Nadezhda Petrovna Lamanova. Before the creation of the exhibition the features of N.P. Lamanova's style reflecting her approach to the creation of costumes and dresses, the combination of traditional and modern elements, attention to details is considered. Characteristic features of her work of the constructivism period are considered in order to highlight the designer's unique style and its place in the history of fashion. The peculiarities of costume ideas, used materials, constructions are highlighted and the connection of her works with traditional Russian clothes is shown. The structure of the virtual exhibition is formed.

Keywords: Nadezhda Lamanova, constructivism, Russian clothing, functionality, virtual museum.

Виртуальные экспозиции стали частью современной культурной жизни ввиду их явных преимуществ с позиций популяризации исторических артефактов и введению в научный и культурный оборот. К неоспоримым достоинствам российской школы дизайна относится творчество Надежды Петровны Ламановой, заложившей основы современного дизайна.

Целью работы является создание виртуальной экспозиции для сохранения и распространения культурного наследия выдающегося российского дизайнера Надежды Петровны Ламановой.

Для достижения поставленной цели решены следующие задачи;

1. Изучение особенности стиля работ Н. П. Ламановой периода конструктивизма;
2. Выполнение сканирования 37 костюмных комплексов;
3. Создание структуры будущей виртуальной экспозиции для ее презентации на онлайн-видеохостинге RUTUBE.

В 1910-1920-х годах Надежда Петровна Ламанова создала свой уникальный стиль, сочетавший функциональность и эстетику конструктивизма. Ее работы этого периода характеризуются геометрическими формами, минимализмом и использованием недорогих материалов, что отвечало духу времени и идеям конструктивизма. Н.П. Ламанова была одной из дизайнеров, кто сумел адаптировать принципы конструктивизма к моде, создавая одежду, которая была не только эстетически привлекательной, но и функциональной, комфортной и доступной широким массам населения.

В работах Н.П. Ламановой можно проследить синтез конструктивистских идей и традиций русского костюма. Плоский крой, прямые линии и большой объем, характерные для народной одежды, нашли отражение в ее работах. Русская традиция многослойности в одежде, когда нижняя и верхняя части костюма создавали композиционно сложный образ, также нашла отражение в работах Н.П. Ламановой.

Выявлен определенный стиль цветовой палитры, характеризующийся преобладающим использованием четырех основных цветов: красного, голубого, белого и черного. Как правило, для создания платьев и костюмов использовались однотонные ткани. Кроме того, Надежда Ламанова часто рекомендовала использовать суровые ткани [1-3]. Это подчеркивает ее внимание к текстуре и материалу как важным элементам ее художественного языка.

Вышивка с народными мотивами – это еще одно уникальное свойство стиля Ламановой. Она часто использует в своих изделиях традиционные элементы народного искусства [2, 4, 5]. Характер вышивок растительный и геометричный. Дизайнер часто обращалась к приему повторного использования материалов: полотенца, занавески, подзоры и платки использовались для создания новых костюмов. Это не только экономило ресурсы, но и придавало одежде дополнительный смысл и значение, связывая прошлое и настоящее.

Во многих работах присутствует тенденция к смещению композиционного центра вниз. Статичность композиции обеспечивается за счет использования крупных цветочных блоков, которые создают ощущение устойчивости и монументальности. В то же время, присутствует динамичность композиции за счет использования асимметрично расположенных линий. Диагонали в композициях Н.П. Ламановой встречаются редко, что указывает на ее предпочтение использовать горизонтальные и вертикальные линии, создавая ощущение порядка и структуры. На рисунке 1 изображены примеры асимметрично расположенных линий в композиции платьев Надежды Ламановой [3, 6, 7].



Рис. 1. Примеры асимметрично расположенных линий в композиции платьев Надежды Ламановой

Для одежды Н.П.Ламановой характерен прямой силуэт. Линия талии занижалась и зачастую подчеркивалась кушаками (поясами). Кроме того, длина изделий была ниже колена и отвечала направлению моды того времени. На рисунке 2 изображены примеры двух костюмных комплексов с кушаками [2, 8].



Рис. 2. Примеры костюмных комплексов с кушаками

Н. П. Ламанова создавала доступную одежду для широких масс населения России, что было особенно важно в те годы, когда страна переживала экономические трудности. Ее конструктивистские работы отвечали запросу, предлагая практичные и функциональные костюмы. Она стремилась к созданию простых и прямолинейных форм. Ритм в композиции изделий создаётся также посредством настрочных прямоугольных длинных контрастных деталей. Такая отделка доступна и не составляет сложности для повторения.

Линия горловины в изделиях Н.П.Ламановой расширенная. Форма горловины преимущественно округлая. В лёгкой одежде воротники отсутствуют. Это продиктовано тем, что верхняя часть изделия не является композиционным центром. Квадратная форма линии горловины встречается изредка и достигается за счёт многослойности или имитации многослойности. На рисунке 3 изображены примеры костюмных комплексов работы Ламановой с квадратной формой линии горловины [2, 7].



Рис. 3. Примеры костюмных комплексов Н.П. Ламановой с квадратной формой линии горловины

Линия плеча удлинённая, глубина проймы увеличенная, что создаёт щелевидную форму проймы. Н. П. Ламанова предлагала варианты длины рукава в зависимости от наличия материалов и погодных условий [3]. Так, для холодного времени года по эскизам Н. П. Ламановой можно было выполнять изделия с длинным рукавом. А изделия без рукава или с коротким рукавом надевать поверх рубах. Летом такие изделия надевались без рубахи. Таким образом, в образах Н. П. Ламановой присутствовали оголённые участки тела – руки.

Короткие рукава выполняются цельнокроеными со станом и всегда имеют прямую линию низа. Подвижность длинных рукавов также осуществляется за счёт щелевидной углублённой проймы, а в некоторых случаях добавляется ластовица. Рукав имеет большой объём и прямую форму. В верхней части рукава объём не подчёркивался. А в нижней части большой объём зачастую собирается на узкую манжету, что дополнительно акцентирует внимание на нижней части тела.

В верхних изделиях (жилеты, пальто) присутствуют крупные накладные карманы прямоугольной формы. Они выделяются цветом материала или наличием вышивки.

В целом, стиль и костюмы Н.П. Ламановой – это уникальное сочетание традиций и модерна, старины и новаторства. Ее изделия отражают глубокое понимание культуры и истории. Стиль Ламановой – это сочетание классики и инноваций, прошлого и настоящего, что делает ее одной из самых заметных дизайнеров в истории моды. По этим причинам пропаганда стиля Н.П. Ламановой является актуальной задачей в период переоценки смыслов и поиска новых локальных кодов в российской модной индустрии.

Фонд "Магия моды" Наталии Борисовны Козловой предоставил 37 костюмных комплексов (32 реплики и 5 оригиналов). Оцифровывание проводилось методом фотограмметрии – это технология, которая позволяет создавать трехмерные модели объектов на основе серии фотографий, сделанных с различных ракурсов. Затем эти фотографии обрабатываются с помощью специального программного обеспечения, которое воссоздает трехмерную модель объекта. Следующей стадией была обработка трехмерных моделей и изображений, что позволяет сохранить и презентовать богатую коллекцию костюмов в цифровом формате.

В состав программно-измерительного комплекса для оцифровывания и последующей обработки изображений входили:

1. Программа Clo3D (версия 6.0, Республика Корея) для разработки аватаров фигур и виртуальной примерки одежды,
2. Программа Autodesk AutoCAD (версия Q.47.0.0, США) и Autodesk Inventor (версия 2020.168, США) для непараметрического и параметрического 2D конструирования и 3D моделирования,
3. Программа Microsoft Access (версия 1809, США) для разработки баз данных
4. Программа MakeHuman (версия 1.2.0, Нидерланды)
5. Программа Substance Designer (версия 2019.2.0, США), Substance Alchemist (версия 2020.3.0(2.3.0), США) и Substance Painter (версия 2021.1.1(7.1.1), США) для разработки текстурных карт текстильных материалов и исторических костюмов;
6. Программа Inkscape (версия 1.0, США) для обработки векторных компьютерных изображений;
7. 3DSMax (версия 22.0.0.757, США), Blender (версия 2.91.0, Нидерланды) и Unreal Engine 4 (версия 4.23.1, США) для обработки 3D моделей методами полигонального моделирования, генерирования фотореалистичных изображений виртуальной одежды и видеоматериалов.
8. Поворотная платформа ПС 600 (Россия) для проведения видео съемки материальных объектов;
9. Программа Polysam (США) для захвата объектов, позволяющая сканировать предметы с помощью смартфонов iPhone и Android и создавать их 3D-модели. Высокая детализация полученных объектов подходит для реверсивного инжиниринга.

На рисунке 4 изображён пример одного из экспонатов. Материальная реплика костюмного комплекса Н.П. Ламановой (слева) выполнена С. Подбираловой. Реплика оцифрована и обработана. Скриншот полученной трёхмерной модели представлен на рисунке справа.



Рис 4. Пример материальной реплики и её трёхмерной модели для экспонирования

Уникальность описанной технологии получения оцифрованных костюмных комплексов состоит в том, что:

- 1) получаемая трёхмерная модель содержит в себе более объёмную информацию о внешней форме костюмного комплекса;
- 2) значительно уменьшается время на создание цифровой копии, что позволяет продуктивнее работать с музейными экспонатами и частными фондами;
- 3) улучшается качество передачи визуальной информации о костюме в сравнение с подходом, при котором костюмные комплексы воссоздаются из плоских деталей с имитацией физических свойств материалов.

В результате получена база данных, содержащая в себе трёхмерные модели, фотографии костюмных комплексов с различных ракурсов. Для каждого костюмного комплекса составлено описание с указанием используемых в оригинале материалов, перечисление входящих в костюмный комплекс изделий, датировка создания оригинального костюмного комплекса или эскиза к нему.

Экспозиция будет сформирована в метавселенной Spatial и визуально будет представлять собой аналог традиционных физических выставок. Внутри выставочного пространства пользователь может передвигаться в виде кастомизируемого аватара и исследовать костюмные комплексы с различных ракурсов. В экспозиции будут представлены трёхмерные модели костюмных комплексов Надежды Петровны Ламановой в хронологической последовательности, а также постеры на «стенах» выставки с описаниями отдельных наиболее значимых деталей костюмов. Будущая виртуальная экспозиция будет презентована в виде плейлиста на RUTUBE с целью более широкого охвата зрителей.

На рисунке 5 представлен скриншот виртуальной выставки работ Н.П. Ламановой в метавселенной Spatial. Выставка интерактивная для посетителей. Можно передвигаться с помощью клавиатуры и компьютерной мыши, для доступа к выставке необходим интернет. Представленная на рисунке 5 выставка будет расширяться и дополняться другими моделями Н.П. Ламановой.



Рис. 5. Скриншот виртуальной выставки Н.П. Ламановой

Авторы благодарят фонд «Магия моды» и его президента Наталию Борисовну Козлову за предоставленную возможность работы с репликами и аутентичными костюмами Надежды Петровны Ламановой.

Работа выполнена при финансовой поддержке Фонда содействия инновациям в рамках проекта «Разработка виртуального музея одежды выдающегося российского дизайнера Надежды Петровны Ламановой», договор №2112ГССС15-L/88346 от 03.10.2023

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ламанова Н.П. // Женский журнал. - 1928 год. - №2. - 32 с.
2. Ламанова Н.П. // Женский журнал. - 1926 год. - №1
3. Альбом Искусство в быту : 36 таблиц / Общая художественная редакция Я. А. Тугендхольда. — [Москва] : Издание „Известий ЦИК СССР и ВЦИК“, [1925]. — 39 с., ил. — (Приложение к журналу „Красная Нива“ 1925 г.).
4. Ламанова Н.П. Модели платьев "Простота в одежде" // Красная Нива. - 1925 год. - №14. - С. 335.
5. Каталог для СССР выставки "Арт Деко". - 1925
6. Период советской власти // Виртуальный музей Надежды Петровны Ламановой. Выдающегося русского модельера, художника театрального костюма, Поставщицы Ея Императорского Величества Александры Фёдоровны и Ея Императорского Высочества Елизаветы Фёдоровны URL: [https://lamanova.com/17\\_soviet-period.html](https://lamanova.com/17_soviet-period.html) (дата обращения: 26.09.2024).
7. Ламанова Н.П. // Женский журнал. - 1926 год. - №2
8. Стриженова, Т.К. Из истории советского костюма / Т.К. Стриженова. – М. : Советский художник, 1972. – 110 с. : ил. - Библиогр. в сносках.
9. Virtual museum of garments by NP Lamanova // Spatial.io URL: <https://www.spatial.io/s/Virtual-museum-of-garments-by-NP-Lamanova-66dd72385bccb43a908ca7fb> (дата обращения: 30.09.2024).

## ВИРТУАЛЬНАЯ КОСТЮМНАЯ КАРТА ИВАНОВСКОЙ ОБЛАСТИ

### VIRTUAL COSTUME MAP OF IVANOVSK REGION

Е.С. Жаринова<sup>1</sup>, М.А. Жукова<sup>1</sup>, В.Е. Кузьмичев<sup>1</sup>, И.В. Жукова<sup>1</sup>  
А.Ю. Москвин<sup>2</sup>, М.А. Москвина<sup>2</sup>  
E.S. Zharinova<sup>1</sup>, M.A. Zhukova<sup>1</sup>, V.E. Kuz'michev<sup>1</sup>, I.V. Zhukova<sup>1</sup>  
A.Yu. Moskvina<sup>2</sup>, M.A. Moskvina<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ивановский государственный политехнический университет

<sup>2</sup>Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна

<sup>1</sup>Ivanovo State Polytechnical University

<sup>2</sup>Petersburg State University of Industrial Technologies and Design

E-mail: zhukovamaria83@gmail.com; wkd37@list.ru; iren932@gmail.com; evochka\_2009@bk.ru

Разработан алгоритм пошагового формирования виртуального выставочного пространства исторических костюмов с новым конструкторско-технологическим содержанием. Конструкторско-технологическое содержание дополняет виртуальные реплики исторических костюмов новой информацией в виде конфекционных карт, схем чертежей и оригинальных приемов технологии изготовления. Алгоритм показан на примере цифровизации музейных текстильных и костюмных фондов малых городов Ивановской области, формирования баз данных для создания реплик исторической одежды, и формирования виртуальной выставки.

Ключевые слова: цифровизация, система “исторический костюмный комплекс-манекен” малые города, виртуальные двойники, 3d визуализация, виртуальный музей.

An algorithm has been developed for the step-by-step formation of a virtual exhibition space of historical costumes with new design and technological content. Design and technological content supplements virtual replicas of historical costumes with new information in the form of assembly cards, drawing diagrams and original manufacturing techniques. The algorithm is shown using the example of digitalization of museum textile and costume collections of small towns in the Ivanovo region, the formation of databases for creating replicas of historical clothing, and the formation of a virtual exhibition.

Key words: digitalization, “historical costume complex-mannequin” system, small towns, virtual doubles, 3d visualization, virtual museum.

В настоящее время Ивановская область становится очень привлекательной для внутреннего туризма благодаря наличию большого количества сохранившихся памятников истории и архитектуры, транспортной доступности и расположению в центре туристического маршрута «Золотое кольцо». Событийный туризм охватывает практически все знаковые малые города Ивановской области и в каждом городе проходят несколько знаковых событий в год. В Ивановской области имеются организации, занимающиеся научными исследованиями в области истории местного костюма, в частности Музей ивановского ситца [1], и изготовлением костюмных комплексов для реконструкции исторических событий или имиджевых мероприятий [2]. Для популяризации российского культурного наследия необходимо использовать новые формы и находить способы возрождения интереса к малым городам России [3]. В этом направлении исключительно важная роль принадлежит историческим костюмам как основным индикаторам прошлой культуры и социального развития. Реплики исторических костюмов используют в следующих формах:

- 1) костюмные иллюстрации к истории создания и развития малых городов Ивановской области на примере выдающихся личностей и знаковых социальных групп;
- 2) размещение виртуальных двойников костюмных комплексов в виртуальных музейных и публичных пространствах;
- 3) проведение культурно-массовых мероприятий и событийного туризма.

В рамках реализации стартапа «Разработка материальных и виртуальных костюмных иллюстраций к истории малых городов Ивановской области» были изучены и оцифрованы исторические костюмы Ивановской области. Основной целью стартапа стало создание виртуального выставочного пространства, демонстрирующего историческую одежду городов Ивановской области, и конструкторско-технологической базы данных для получения реплик.

Целью работы является разработка алгоритма составления костюмной карты Ивановской области с использованием новой конструкторско-технологической базы данных, необходимых для получения реплик исторических костюмов.

Для достижения поставленной задачи выбраны малые города Ивановской области: Шуя (как бывший уездный и духовный центр области), Кинешма (промышленно-торговый центр) и Гаврилов Посад (центр земледелия, торговли и тылового обеспечения российской армии). Критериями отбора являлись: богатое историческое наследие; наличие общепризнанных и введенных в научный оборот культурных кодов, отраженных в произведениях искусства и предметах материальной культуры; музейные коллекции исторической одежды в фондах местных музеев. На рисунке 1 представлены костюмные комплексы из фондов музеев изучаемых малых городов выбранные для реконструкции.



Рис. 1. Костюмные комплексы из фондов музеев: а - парочка из г. Гаврилов Посада; б - костюм из г. Кинешмы; в - пальто армяк из г. Шуи; г - пальто поддевка из г. Шуи

Следующим этапом исследования стал анализ содержания музейных фондов. В рамках анализа проводилась параметризация костюмных комплексов (габаритные размеры, толщина материалов) и характеристик текстильных материалов, изучение особенностей конструктивного устройства различных видов исторических костюмов, декоративной отделки и вариантов цветовых решений. Для воссоздания кроя одежды делали развертки костюмов путем перевода конструктивных линий на миллиметровую бумагу и кальку. Зарисовывали схемы узлов технологического изготовления изделий. На основе собранной визуальной и параметрической информации создавали технические рисунки и подробное техническое описание, таблицы с результатами измерений для составления конструкторско-технологической базы данных и последующего воссоздания реплик исторических костюмов.

Пример собранной конструкторско-технологической документации на музейный экспонат армяк, представлена на рис 2.

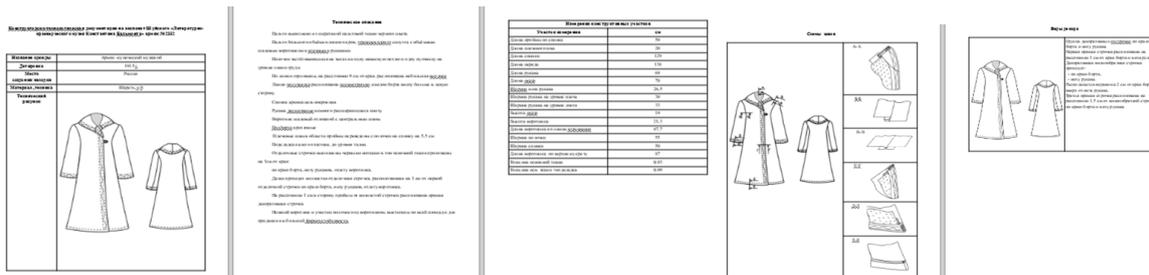


Рис. 2. Пример собранной конструкторско-технологической документации на музейный экспонат армяк

Данная техническая информация необходима для более точной реконструкции исторической одежды, например для выполнения реконструкции определенного вида одежды с повторением всех размерных признаков исходного образца, с целью восстановить исторический образ определенной личности для привлечения внимания к истории города или области.

Подобная документация необходима для реконструкции плохо сохранившихся экспонатов исторической одежды, хранящихся в фондах музея

Параллельно конструкции изучаемых костюмов исследовали в исторических книгах и журналах по конструированию и технологии пошива периода конца 19 - начала 20 веков [4].

С помощью используемой литературы и полученной информации об изучаемых исторических костюмах, удалось систематизировать различные виды кроя, выделить их особенности.

Все собранные параметрические данные и знание особенностей кроя различных видов исторической одежды позволяют работать в конструкторских 3D программах, таких как Слю 3D.

Данный вид программ позволяют создавать 3D макеты и проводить виртуальные примерки для демонстрации всех этапов создания деталей кроя и оценки адекватной посадки на фигуре человека.

Пример применения виртуальной примерки представлен на рисунке 3.

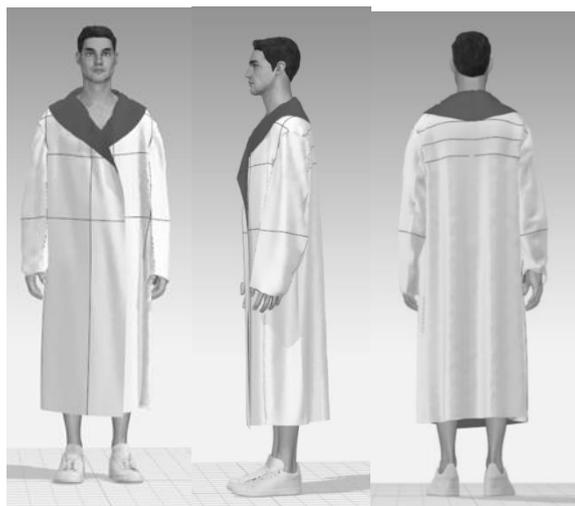


Рис. 3. Виртуальная примерка макета пальто армяк из Шуйского литературно-краеведческого музея Константина Бальмонта

Причем создать аватар возможно с учетом необходимых параметров исторической фигуры.

Так же, данная методика позволяет создавать историческую одежду для различных метавселенных и игровых пространств, ориентированных на историческую тематику. Таким образом созданная виртуальная историческая одежда приобретает реалистичность и более достоверна, относительно оригиналов одежды периода конца 19 - начала 20 веков.

Проведено фотографирование и 3D сканирование 26 исторических костюмов в помещениях музеев на небольших площадях помещений с помощью датчика Lidar в приложении Poliscan. Создание виртуальных двойников включает в себя проведение детальной фотосъемки предметов одежды с цветокоррекцией с различных ракурсов и материалов одежды для создания карты текстур материалов. В качестве примера на рисунке 4 приведена карта текстур и отделок для костюмного комплекса парочка из фондов «Гаврилов Посадского краеведческого музея»

На примере представленной карты видно, что изначально для 3D-скана необходима последующая обработка. Для уточнения текстуры и детализации различных видов отделки предстоит следующий этап работы.



Рис. 4. Карта текстур и видов отделок исторического костюма парочка, включающий в себя скрин шот исходного 3D-скана

Для генерирования цифровых двойников и создания виртуальной экспозиции потребовалась последующая обработка собранных материалов в программах 3D моделирования, таких как Maya, Zbrush.

Обработка 3D аватаров для виртуальной выставки проводили в следующей последовательности:

- очистка и ретопология: 3D аватары часто содержат «шум» и нежелательные артефакты. После использования специальных инструментов для очистки сканов и создания новой оптимизированной геометрии (ретопология) упростилась дальнейшая обработка, что позволило создать более качественную 3D модель;

- текстурирование: детальные фотографии костюмов использовались для создания текстур, которые наносились на 3D модели. Это позволило воссоздать реалистичный вид тканей, вышивки, отделки и цветовой гаммы костюмов;

- анимация: для придания динамики и жизненности виртуальной выставке, создавались простые анимации для 3D-аватаров. Например, чтобы посетитель мог подойти к 3D модели и рассмотреть ее со всех сторон, приблизив рассмотреть текстуру ткани или кружева;

- оптимизация: для обеспечения плавной работы виртуальной выставки в браузере, оптимизировался размер 3D моделей и текстур. Это позволило сократить время загрузки и обеспечить плавное воспроизведение анимации;

- интеграция в виртуальную среду: 3D-аватары интегрированы в виртуальную среду выставки. Использовали специальные инструменты для создания интерактивных элементов, таких как информационные панели с описанием костюмов и возможностью увеличить изображение и т. д.

Подобная обработка необходима для улучшения качества и повышения детализации 3D-аватаров, что позволяет подробно рассмотреть интересующий исторический костюм, а также изучить техническую информацию об интересующем предмете одежды.

В результате созданы реалистичные интерактивные 3D-аватары исторических костюмов, которые стали центральным элементом виртуальной выставки. На рисунке 5 представлены скриншоты виртуальной выставки с интерактивными 3D-аватарами.



Рис. 5. Скриншоты виртуальной выставки «Костюмная карта Ивановской области»

Посетители могут рассмотреть костюмы с близкого расстояния, узнать об их истории и конструктивных особенностях.

В данный момент в виртуальной экспозиции размещено 12 виртуальных двойников исторических костюмов, а также фотографии и материалы к 26 историческим костюмам музеев Шуи, Гаврилов Посада и Кинешмы.

В рамках реализации проекта виртуальная выставка исторических костюмов «Костюмная карта Ивановской области» [5] успешно разработана и запущена интерактивная платформа, представляющая собой виртуальную экспозицию костюмов из трех городов Ивановской области: Гаврилов Посад, Шуя и Кинешма.

Проект реализован с использованием современных технологий 3D-моделирования и виртуальной реальности, что позволило создать уникальную интерактивную платформу, доступную широкой аудитории.

Основные достижения проекта:

- разработана и запущена виртуальная выставка, представляющая детальные фотографии, художественно-конструктивное описание и 3D-модели исторических костюмов;

- комплексный подход к созданию исторического костюма позволяет оптимизировать работу и повысить точность как параметрически, так и технологически, поскольку информация об историческом костюме становится более доступной;

- найден новый подход к популяризации истории региона, привлечения внимания к истории Ивановской области, расширению знаний о традициях и особенностях костюмов региона;

- проект "Виртуальная выставка исторических костюмов Ивановской области" получил финансовую поддержку Фонда содействия инновациям, что позволило реализовать все запланированные этапы проекта.

Перспективы развития проекта:

- расширение виртуальной экспозиции: добавление новых исторических костюмов из других городов Ивановской области;

- разработка интерактивных элементов путем создания дополнительных интерактивных элементов на сайте и в виртуальном пространстве экспозиции;

- проведение мероприятий: Использование реконструированных костюмов в рамках различных мероприятий и выставок.

Проект "Виртуальная выставка исторических костюмов" является успешным примером использования современных технологий для сохранения и популяризации культурного наследия. Он открывает новые возможности для изучения истории и способствует развитию туризма в Ивановской области.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Фонда содействия инновациям в рамках проекта № 1866ГССС15-L/88362 «Разработка материальных и виртуальных костюмных иллюстраций к истории малых городов Ивановской области».*

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Государственное бюджетное учреждение Ивановской области «Ивановский государственный историко-краеведческий музей имени Д.Г. Бурдылина» URL: <https://igikm.ru/?ysclid=m1mhw8id5z870271807> [Электронный ресурс] (дата обращения 28.09.2024)
2. Иваново-сценические костюмы на заказ URL: <https://vk.com/ipkrmo?from=search> [Электронный ресурс] (дата обращения 28.09.2024)
3. 3D-музей национальных костюмов Российской империи @museum | Первый голографический музей национальных костюмов 193 народов России URL: <https://3dplatforma.ru/museum> [Электронный ресурс] (дата обращения 28.09.2024)
4. Беррис, К. Школа кройки мужского и дамского платья / К.Беррис. - Митава, Курляндской губ.: Контора изданий "Школа Кройки" Карла Беррисъ, 1898-1906. — 228 с.
5. Виртуальная выставка исторических костюмов «Костюмная карта Ивановской области» URL: <https://www.spatial.io/s/Virtual-costumes-from-towns-of-the-Ivanovo-region-655dc5afe976a5699e23537b> [Электронный ресурс] (дата обращения 29.09.2024)

**РАЗРАБОТКА АВТОРСКОЙ КОЛЛЕКЦИИ ОДЕЖДЫ ДЛЯ ИВАНОВСКОЙ  
ГОСУДАРСТВЕННОЙ ФИЛАРМОНИИ ПО МОТИВАМ СКАЗОК А.С. ПУШКИНА**

**DEVELOPMENT OF AN AUTHOR'S CLOTHING COLLECTION FOR THE  
IVANOV STATE PHILHARMONIC SOCIETY, BASED ON FAIRY TALES BY A.S.  
PUSHKIN**

Е.А. Зайцева, Н.Е. Лузина, О.В. Сурикова, К.М. Демьяненко  
E.A. Zaitsev, N.E. Luzina, O.V. Surikova, K.M. Demyanenko

Ивановский государственный политехнический университет  
Ivanovo state polytechnic university  
E-mail: ola\_surikova@mail.ru, bulavka\_ksu@mail.ru

Сказки издавна занимают значимое место в жизни человека, начиная с детства и сопровождают человека на протяжении всей жизни. Эти повествования, богатые символизмом и нравственными уроками, не только развлекают, но и оказывают значительное влияние на развитие личности, формирование социальных навыков и сохранение культурного наследия. Важно продолжать изучать и передавать сказочные традиции, чтобы обогатить понимание мира и самих себя. Сказочные образы часто становятся источником вдохновения для художников и дизайнеров. Большое количество литературных, музыкальных, фото и кинематографических произведений выполнены по мотивам сказок Александра Сергеевича Пушкина. Ивановская государственная Филармония не стала исключением и разработала в честь 225-го юбилея со дня рождения поэта концертную программу, куда были включены коллекции одежды молодых дизайнеров, студентов кафедры ДКТ им. Н.Г. Мизоновой.

**Ключевые слова:** дизайн одежды, сказки, сказка в моде, театральные костюмы

Fairy tales have long occupied a significant place in human life, starting from childhood and accompanying a person throughout life. These stories, rich in symbolism and moral lessons, not only entertain, but also have a significant impact on the development of personality, the formation of social skills and the preservation of cultural heritage. It is important to continue to study and pass on fairy tale traditions in order to enrich the understanding of the world and ourselves. Fairy tale images often become a source of inspiration for artists and designers. A large number of literary, musical, photo and cinematic works are based on the fairy tales of Alexander Sergeevich Pushkin. The Ivanovo State Philharmonic was no exception and developed a concert program in honor of the 225th anniversary of the poet's birth, which included clothing collections by young designers, students of the N.G. Mizonova Department of DKT.

**Keywords:** fashion design, fairy tales, fairy tale in fashion, theatrical costume

Тема сказок часто встречается в творчестве российских и зарубежных модельеров. Сказочные показы устраивают: Алена Ахмадулина, Татьяна Парфенова, Стас Лопаткин, Сергей Сысоев, Ульяна Сергиенко, Доменико Дольче и Стефано Габбана, Ричард Николл, Эли Сааб. На кафедру Дизайна костюма и текстиля им. Н.Г. Мизоновой, поступил заказ от ивановской государственной Филармонии, разработать коллекцию одежды по мотивам сказок А.С. Пушкина. Студенты 3 курса, Зайцева Евгения и Лузина Наталья, обратились к сказкам: «Сказка о рыбаке и рыбке», «Сказка о мертвой царевне и о семи богатырях», «Сказка о золотом петушке», «Сказка о царе Салтане» для разработки коллекции из 6 моделей.

Ивановская государственная филармония – крупнейшая концертно-гастрольная организация Ивановской области, она является одной из первых филармонических организаций Центрального региона России. Ивановская филармония была утверждена решением ивановского областного исполкома в 1936 году как одно из отделений Московской государственной филармонии. Официальной датой рождения филармонии считается 15 февраля 1936 года. В честь юбилея, к 225-летию со дня рождения А. С. Пушкина, руководством Филармонии было принято решение создать программу по произведениям великого поэта, «У Лукоморья». Программа объединяет в себе

сочинения русских композиторов, таких как: М.И. Глинка, П.И. Чайковский, Н.А. Римский-Корсаков, Г.В. Свиридов, авторские аранжировки Д.В. Гаркави по произведениям гения русской литературы в исполнении профессиональных коллективов и солистов филармонии, танцевальные и театральные номера, дефиле коллекций одежды, специально разработанных студентами Ивановского политехнического университета кафедры дизайна костюма и текстиля имени Н.Г. Мизоновой и вдохновленных сказками А.С. Пушкина. Яркое дополнение программы-мультимедийный визуальный ряд, где представлены лаковые миниатюры на сказочные сюжеты, созданные художниками Палеха и Холуя. Молодым авторам была дана свобода выбора любого произведения Александра Сергеевича и в качестве вдохновения дизайнеры выбрали "Сказку о царе Салтане". Сама сказка была написана осенью 1831 года. В это время Александр Сергеевич находился в вынужденной изоляции из-за карантина, связанного с эпидемией холеры. Это уединение стало чрезвычайно продуктивным для поэта, в результате чего были созданы многие значительные произведения, включая несколько сказок. "Сказка о царе Салтане" была написана в этот период как часть серии сказок, в которых Пушкин черпал вдохновение из народных преданий, легенд и устных традиций. Произведение было издано впервые в 1832 году и быстро завоевало популярность благодаря своему увлекательному сюжету и выразительному языку. Оно повествует о приключениях царевича Гвидона, его матери, царевне, и волшебном путешествии, которое в конечном итоге приводит к воссоединению семьи. В мире искусства этой сказке уделяется много внимания, были сняты мультфильмы, фильмы, театральные постановки, при разработке которых проделывалась огромная работа как режиссёров-постановщиков, так и художников по костюму, создавалось множество эскизов и зарисовок. (Рис.1 - Рис.2)

Существует две значимые экранизации сказки. Одна из которых создана в годы Великой Отечественной Войны, черно-белый мультфильм 1943 года, режиссёры и сценаристы Валентина Брумберг, Зинаида Брумберг, Татьяна Басманова.

Но также существует — советский художественный фильм (1966) «Сказка о царе Салтане», «Мосфильм»; режиссёр А. Л. Птушко).

В 1984 году был снят полнометражный рисованный мультипликационный фильм «Сказка о царе Салтане». Авторы сценария, режиссёры и художники-постановщики – Иван Иванов-Вано и Лев Мильчин.

Театральная постановка в 1999 в Кишинёвском государственном русском драматическом театре им. А.П. Чехова. Режиссёр Б.М. Аксёнов, сценография и костюмы Н. Силиной, музыкальное оформление А. Аксёнова, хореография М. Мэнро.

«Тмутаракань. Ткачиха и Повариха.» (1913), Константин Коровин. Эскиз костюмов к опере Н. А. Римского-Корсакова «Сказка о царе Салтане». Хранится в Музее Большого Театра (Рис.1).

Иван Билибин в 1929 году в Париже выступил в качестве театрального художника для постановки оперы Римского-Корсакова по сказке в Opéra privé de Paris (Рис.2).

Михаил Врубель написал картину «Царевна-Лебедь» (1900), вдохновлённую оперной постановкой в театр С. Мамонтова, где эту роль играла его жена Надежда Забела-Врубель (Рис.3).



Рис. 1. Ткачиха и Повариха.  
Эскиз костюмов для II карти-  
ны оперы  
Н.А.Римского-Корсакова  
«Сказка о царе Сал-  
тане».1913.



Рис. 2. Эскиз Ткачихи  
к опере Н.А.Римского-  
Корсакова «Сказка о  
царе Салтане». И. Я.  
Билибин 1938.



Рис. 3. «Царевна-  
Лебедь» – картина  
Михаила Врубеля.1900.

В качестве одного из источников вдохновения студенты взяли работу российского дизайнера одежды - Алёны Ахмадулиной. В её коллекции Spring-Summer 2020 бренд Alena Akhmadullina обращается к образу Царевны Лебедь (Рис.4). Современное осмысление русского стиля через призму актуальных трендов сочетается с декоративными приемами, вдохновленными фигурой сказочной благородной женщины, наделенной магическими способностями.

В коллекции представлены платья и костюмы ДНК-силуэтов бренда в стиле casual шик, вечерняя линия с платьями fashion show, линия верхней одежды с объемными пальто, стегаными жакетами, вдохновленными русской национальной одеждой, дубленками и шубами с декором в технике инкрустации.

Ключевым приемом коллекции Alena Akhmadullina Spring-Summer 2020 является обращение к теме русского платка: начиная с платья базового силуэта, к которому можно пристегивать платки с разными принтами, создавая новые образы, и заканчивая изделиями fashion show, как будто выполненными из платка целиком. Лейтмотив проходит через всю коллекцию, объединяясь с традиционной для бренда русской темой: косой срез низа, декорированный бахромой, объемный рукав, рукав-фонарик, горловина в виде янтарных бус. Продолжается тема и в меховой линии, где присутствует шуба с выполненным в технике инкрустации паттерном в виде наброшенного на плечи платка с розами и бахромой.

Еще одна тема коллекции, уже ставшая традиционной для бренда, это сочетание разных тканей и фактур в одном изделии, которое создает впечатление соединения двух вещей в одной. Платье, состоящее из верха, имитирующего классическую объемную рубашку, и летящей шелковой романтической юбки. Вечернее платье из костюмной ткани в клетку с нашитой поверх сверкающей пайеточной тканью, повторяющей фигуру лебедя.

Ключевой для коллекции образ лебедя раскрывается в принтах, вышивке, мозаике из разных тканей, фурнитуре. В вечерней линии присутствуют платья с рукавами-крыльями и шлейфом, где вся форма изделия подчинена фигуре лебедя. Большую роль играет и использование белого цвета, в котором выполнены шуба с русскими расклешенными рукавами и пряжкой в форме лебедя, плащ с плиссированной спинкой из экокожи, свитер из пуха норки с прозрачным верхом из кружева шантильи и декором в виде силуэта птицы.



Рис. 4. Фото коллекции Алёны Ахмадулиной, показ Spring-Summer 2020

Перед студентами стояла задача переосмыслить произведение А.С. Пушкина «Сказка о Царе Салтане» и трансформировать в материале задуманный образ. Работа состоит из 6 моделей: 3 женских и 3 мужских, каждая модель-персонаж сказки: Царевна лебедь, Черномор, Белка, Колдун, Царевна лебедь 2.0 (в образе "чуда" и невесты Гвидона), Царевич Гвидон (Рис.5).

В качестве декора были введены перья белого и черного цвета, украшения из жемчуга, цепочки, серьги, крашенные ореховые скорлупки. В тканях было отдано предпочтение таким цветам как: белый, песочный, красный, черный. Использовали дизайнеры такие ткани как: поплин, трикотаж, пальтовая, костюмная, атлас. Работа над изделиями закончилась и была проведена профессиональная фотосъемка (Рис.6).



Рис. 5. Эскизный ряд коллекции

Дизайнеры стремились создать не просто красивую, но и удобную, лёгкую по восприятию одежду, чтобы каждый мог примерить на себя яркий образ сказочного героя, найти компромисс между театрално-художественным образом и повседневным функционалом.



Рис. 6. Фото моделей (Белка, Черномор, Гвидон, Царевна Лебедь, Царевна Лебедь 2.0, Колдун, Белка, Черномор, Гвидон)

Коллекция одежды «Очарование» впервые была показана на сцене Ивановской Государственной Филармонии, в постановке «У Лукоморья...», на молодежном арт-фестивале «Прожектор». Работа была отправлена на конкурс «Пушкинский бал» в номинации «Фотоплакат», где прошла в полуфинал, а также на конкурс «Адмиралтейская Игла» в номинации «Только Мода».

Компромисс между театрално-художественным образом и повседневным функционалом, который искали дизайнеры, был найден. Эта коллекция не только отдаёт дань уважения великому поэту, но и демонстрирует, как литература и мода могут гармонировать, создавая новые формы выражения. Каждый элемент одежды рассказывает свою историю, отражает волшебство и глубину произведений А. С. Пушкина, и приглашает зрителей погрузиться в мир, где искусство костюма и сказка соединяются воедино.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. А. С. Пушкин «Сказка о рыбаке и рыбке», «Сказка о мертвой царевне и о семи богатырях», «Сказка о золотом петушке», «Сказка о царе Салтане»
2. История написания сказки Пушкина о царе Салтане // Тобольская районная централизованная библиотечная система URL: <https://тоб-библиотека.рф/news/история-написания-сказки-пушкина-о-ца/> (дата обращения: 02.10.2024).
3. История Ивановской государственной филармонии // Ивановская государственная филармония URL: <https://ivfilarmonia.ru/история-ивановской-филармонии/> (дата обращения: 02.10.2024).
4. Сказка о царе Салтане (1943) // Кино-театр.ру URL: <https://www.kino-teatr.ru/mult/movie/sov/84083/titr/> (дата обращения: 02.10.2024).
5. Сказка о царе Салтане // Википедия — свободная энциклопедия URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Сказка\\_о\\_царе\\_Салтане](https://ru.wikipedia.org/wiki/Сказка_о_царе_Салтане) (дата обращения: 02.10.2024).
6. Царевна Лебедь в Пушкинском: показ Alena Akhmadullina Весна-Лето 2020 // Журнал GRAZIA URL: <https://www.grazia.ru/fashion/carevna-lebed-v-pushkinskom-pokaz-alena-akhmadullina-vesna-let-2020/> (дата обращения: 02.10.2024).

## СОЗДАНИЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ С ЭФФЕКТОМ МАСКИРОВКИ

### CREATION OF DOMESTIC TEXTILE MATERIALS WITH A MASKING EFFECT

А.Р. Зимнуров, М.Р. Таганова, О.В. Козлова  
A.R. Zimnurov, M.R. Taganova, O.V. Kozlova

Ивановский государственный химико-технологический университет  
Ivanovo state university of chemistry and technology  
E-mail: ovk-56@mail.ru

**Работа посвящена обоснованию эффективности применения отечественных водных дисперсий акриловых полимеров при пигментном колорировании тканей, в том числе с рисунками под камуфляж по требованиям силовых структур.**

**Ключевые слова:** текстильные материалы, печать пигментами, водные дисперсии акриловых полимеров, ИК-ремиссия.

**The work is devoted to the substantiation of the effectiveness of the use of domestic polymer modifiers when creating the effect of IR remission on colored camouflage patterns.**

**Key words:** textile materials, printing with pigments, polymer modifiers, polymer-pigment compositions, camouflage, IR remission.

В нынешних реалиях российская текстильная производительность сталкивается с рядом трудностей практической реализации технологий получения высококачественной продукции по причине значительного подорожания и прекращения поставок европейской текстильной химии и ТВВ, поэтому возникает задача импортозамещения, а именно разработки как самой текстильной химии, так и технологий с ее использованием.

Актуальными и востребованными научными направлениями, по причинам возникших трудностей, является создание инновационных текстильных материалов с функциональными свойствами с использованием российской полимерной химии.

Перспективным классом красящих веществ, которые с успехом можно применять как при крашении, так и печати, на сегодняшний момент являются пигменты, которые прочно фиксируются на волокне посредством полимерных препаратов акриловой природы и с успехом выпускаются на российском рынке (ООО «Заволжский пигмент»). Многочисленными исследованиями ученых ИГХТУ доказана эффективность применения отечественных водных дисперсий акриловых полимеров в качестве связующих в пигментном колорировании целлюлозосодержащих тканей [1-3].

За последние годы было разработано множество камуфляжных рисунков под различные ландшафты местности – от лесной, степной, до зимней арктической. Но технологии обнаружения объектов модернизируются и традиционного камуфляжного рисунка на одежде, отвечающего требованиям силовых структур и скрывающего объекты в дневное и ночное время, недостаточно.

К камуфлированным материалам предъявляются более жесткие требования, чем к традиционным и классическим текстильным рисункам, а именно, необходимо наличие маскировки не только в дневное, но и в ночное время суток (ИК-ремиссионные свойства). Эффект инфракрасной (ИК) ремиссии – способность объекта отражать инфракрасные лучи, единицей измерения которой являются проценты (от 0 до 100) при определенной длине волны. На рис. 1 представлена визуализация уровня ремиссии на маскировку объекта, при разных значениях ремиссии.

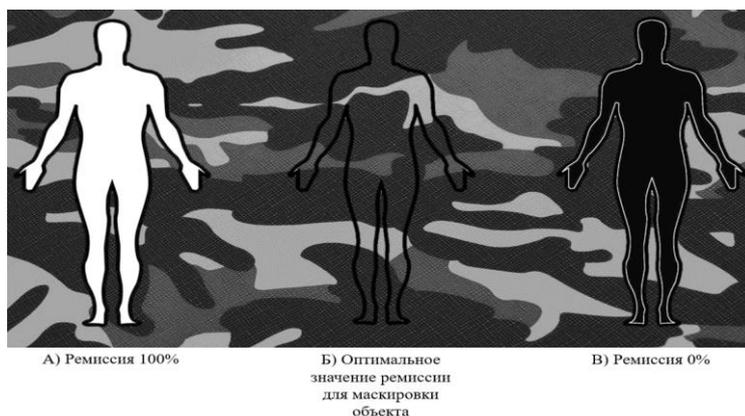


Рис. 1. Влияние уровня ремиссии на маскировочные свойства объекта

Уровень ИК-ремиссии различных природных объектов многообразен и может находиться в диапазоне 15-85%. Показатели отражения человеческого тела, лежат в пределах 80-95%. Таким образом, на уровень общей ремиссии объекта будет влиять в какой одежде находится объект.

Красители, используемые при печати камуфлированных рисунков, также влияют на уровень ремиссии готового продукта. Поэтому, чтобы быть успешно замаскированным на местности, необходимо иметь такой же уровень отражения, что и у окружающей среды, это касается и формы пятен на камуфлированном рисунке. Погрешность должна составлять приблизительно 10%. На примере четырехцветного камуфляжа (рисунок 2) автор [4] изобразил, как выглядят спектральные кривые основных цветов камуфляжного рисунка.

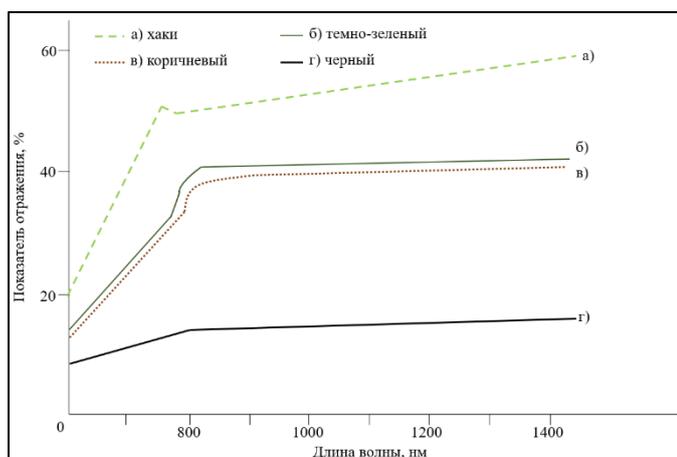


Рис 2. Спектральные кривые цветовых пятен камуфляжного рисунка

Классическим способом получения эффекта ИК-ремиссии на текстильном материале является добавление черного пигмента в каждый оттенок камуфляжного рисунка. Под каждый оттенок рассчитывается индивидуальная концентрация черного пигмента.

Настоящее исследование направлено на оценку возможности создания эффектов ИК-ремиссии на колорированных текстильных материалах, в т.ч. с рисунком под камуфляж, путем использования отечественных композиций.

Технология печати заключалась в следующем: на хлопкополиэфирные ткани, прямой печатью наносили загущенный полимерный состав, включающий: акриловое связующее-биндер; акриловый загуститель; пигмент. При этом для получения ИК-ремиссии вводили в каждую краску в количествах, индивидуальных для каждого цвета черный пигмент, т.е. воспроизводили ходовую зарубежную технологию. После сушки при  $T=80^{\circ}\text{C}$ , образцы подвергали фиксации горячим воздухом при  $T=160^{\circ}\text{C}$ ,  $\tau=2$  мин.

Анализ спектральных кривых подтвердил снижение уровня отражения при введении в краски черного пигмента. И если показатели отражения исходной окраски находятся на

уровне 80% для пигментов, то при введении черного пигмента в краску уровень отражения снижается в ряде случаев до 35-40%.

Получена серия выкрасок в различной цветовой гамме. Рис.3 демонстрирует цветовые охваты и местоположение полученных цветов (охват) в сравнении с исходными красителями без черного пигмента (охват 1) и в сравнении с зарубежными пигментными композициями с введением черного пигмента (охват 3).

В настоящее время проводятся эксперименты по выкраскам с различными сочетаниями чистых цветов системы СМІК с целью получения сложных цветов для рисунков под «камуфляж», а также проверки эффективности предложенной технологии для получения эффекта маскировки в ночное время при наблюдении с использованием ПНВ.

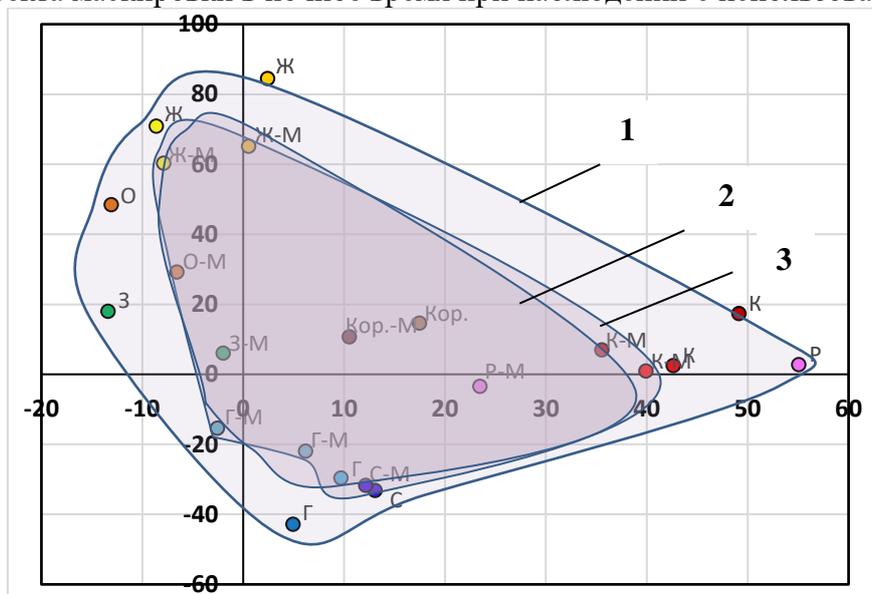


Рис.3. Местонахождение цветов системы КЗС исходных (1 охват), отечественной пигментно-полимерной композицией (2 охват) и зарубежной (3 охват) в цветовом пространстве *a,b* (системы CIE Lab)

Полученные результаты будут использованы при выдаче рекомендаций для промышленного освоения технологии получения рисунков с ИК-ремиссией путем поверхностной модификации текстильных материалов пигментно-полимерными композициями.

*Работа выполнена в рамках Государственного задания на выполнение НИР, тема № FZZW-2023-0008 с использованием ресурсов Центра коллективного пользования научным оборудованием ИГХТУ (при поддержке Минобрнауки России, соглашение № 075-15-2021-671)*

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Меленчук Е. В., Козлова О.В., Алешина А.А. Использование дисперсий акриловых полимеров при печати тканей пигментами / Известия высших учебных заведений. Химия и химическая технология. 2011. – Т. 54. – № 1. С. 13–20.
2. Зимнуров А.Р., Козлова О.В., Одинцова О.И. Современное состояние и перспективы развития технологии получения текстиля с ИК-ремиссией // Известия высших учебных заведений. Технология легкой промышленности. 2020. Т. 50. № 4. С. 40-44.
3. Козлова О.В., Одинцова О.И., Меленчук Е.В., Федоринов А.С. Колорирование параарамидной ткани в присутствии отечественных уретановых полимеров.// Российский химический журнал. 2014. Т. LVIII. № 2. С. 79-82.
4. Razouvaev A. Russia. CIS. Baltics. Textile Industry. Sulphur Dyes. Sulphur Dyes Bulletin Marketing No.5, Clariant Productos SA., 1998, 109-113.

## ОДЕЖДА ДЛЯ ПАЦИЕНТОВ С АППАРАТАМИ ВНЕШНЕЙ ФИКСАЦИИ: ОБЗОР КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ

### CLOTHING FOR PATIENTS WITH EXTERNAL FIXATION DEVICES: A REVIEW OF DESIGN SOLUTIONS

А.М. Знамцева, П.Р. Бескостова, М.А. Гусева, В.В. Гетманцева  
A.M. Znamtseva, P.R. Beskostova, M.A. Guseva, V.V. Getmanceva

Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина  
(Технологии. Дизайн. Искусство), (Москва)  
Kosygin Russian State University (Technology. Design. Art) (Moscow)  
E-mail: aznamceva@gmail.com

Согласно медицинской статистике, каждый девятый житель планеты в течении жизни сталкивается с травмами конечностей. Распространенной методикой лечения политравм скелета является установка аппаратов внешней фиксации, скрепляющих костные отломки для правильного сращения. В статье представлен анализ ассортимента больничной одежды, предложены варианты адаптации конструктивного решения для эксплуатации пациентами с установленными на конечности АВФ.

**Ключевые слова:** больничная одежда, конструктивное решение.

According to medical statistics, every ninth inhabitant of the planet faces limb injuries during their life. A common method of treating multiple skeletal injuries is the installation of external fixation devices that fasten bone fragments for proper fusion. The article presents an analysis of the range of hospital clothing, and offers options for adapting the design solution for use by patients with external fixation devices installed on the limbs.

**Keywords:** hospital clothing, design solution.

В данный момент особо остро стоит проблема разработки специализированной одежды и аксессуаров для пациентов, перенесших операцию остеосинтеза и других оперативных вмешательств [1], требующих установку аппаратов внешней фиксации (АВФ). Анализ ассортимента АВФ показал, что чрескостные аппараты можно классифицировать в несколько групп:

- по виду деталей (стержневые, спицевые, гибридные);
- по количеству плоскостей в аппарате фиксации (одноплоскостные, двухплоскостные, многоплоскостные);
- по предназначению (многофункциональные и монофункциональные),
- по форме внешней опоры.

Примером многофункциональных АВФ являются аппараты Илизарова (рис. 1а), Hoffmann, Ultra-X. В качестве монофункциональных АВФ рассматривают бедренный дистрактор и малый наружный фиксатор для стопы/кисти (Рис. 1б).



Рис. 1. Модели АВФ: а) аппарат Илизарова, б) рамочно-стержневой фиксатор

Особенностью лечения костных травм с помощью АВФ является длительность ношения фиксаторов (от года до нескольких лет). Габариты спиц и других металлических деталей не позволяют эксплуатировать привычные предметы личного гардероба. Типовые

швейные изделия, присутствующие в гардеробе большинства потребителей, недостаточно функциональны и не удобны в использовании в специфических условиях при установленных вокруг травмированных конечностей несимметричных и объемных внешних конструкций. Так, в местах контакта ткани изделия с фиксатором, ткань подвергается излишним воздействиям (растяжение, смятие, трение), что вызывает раннее изнашивание, при этом, изменяются и визуальные характеристики одежды, резкие изломы поверхности провоцируют дефекты и физический дискомфорт. Поэтому для повышения качества жизни потребителей данной целевой группы разрабатывают адаптивную одежду особого покроя и аксессуары [2].

Нами проведен патентный поиск в базе ФИПС с целью выявления перспективных разработок для адаптации к ассортименту швейной продукции, предназначенной для пациентов с установленными на конечности АВФ.

Известна Тепловыделяющая одежда для больного [3], особенностью которой является раскрытие в плечевой области, спереди и сзади, по боковым швам. Все раскрывающиеся детали соединяются с помощью велькро. Недостатком является статичность и неизменяемость объема верхнего участка изделия, что в случае использования одежды пациентами с установленными АВФ на плечевом поясе и верхних конечностях, создает эргономический дискомфорт, проявляющийся либо напряжением поверхности из-за недостатка ширины, либо излишним объемом изделия на участке груди и талии из-за использования изделия большего размера, ширина которого будет достаточной для огибания металлоконструкций чрескостного аппарата.

Больничная одежда для пациентов [4] в виде длинной рубашки со съёмными или откидывающимся сверху, снизу справа или слева от центра частями с фиксирующими элементами по краям. Одежда предназначена для операционной, основное назначение – обеспечение доступа к участкам тела через открывающиеся части изделия для малоинвазивных операций или других медицинских вмешательств. При использовании изделий пациентами с АВФ потенциально формируется комплекс дефектов, связанных с недостатком ширины для огибания металлоконструкций чрескостного аппарата.

Верхняя одежда для лежачих больных [5], отличается покоем рукавов (цельнокроеные) и разъемными продольными членениями стана, закрывающимися на молнии. Одежда предназначена для обеспечения комфорта в период длительного пребывания больного в постели, при этом, по спинке и воротнику расположены резервуары с воздухом в отсеках. Воротник с внутренней полостью для расположения в нем резервуара с воздухом. Применение подобного изделия в гардеробе пациентов с АВФ не оправдано по причине высокого потенциала возникновения разрушений целостности оболочки одежды при взаимодействии с металлоконструкциями чрескостного аппарата.

Особенностью конструктивно-технологического решения рубашки для больного [6], является разъемность деталей стана и рукавов, с застежками на молнии или велькро, застежки закрыты планками, закрывающимися возле горловины на велькро. Недостатком является застежка на тесьму-молнию, потенциально формирующая вероятность сцепления звеньев и бегунков молнии с элементами металлоконструкции чрескостного аппарата, чем можно вызвать у пациента болевые ощущения.

Адаптивная одежда [7], объем которой увеличивается при раскрытии складок, расположенных по центру переда, чем обеспечивается адаптация размера и силуэта одежды под изменяющуюся фигуру как в области груди, так и в области живота, с сохранением баланса изделия на фигуре. При этом за счет отсутствия складок на участках плеча и рукавов объем остается статичным, что создает дискомфорт пациентам с установленными на плечевом поясе и верхних конечностях чрескостных фиксаторов.

Изменить, по необходимости, объем изделий на определенных участках предлагают разработчики съёмной вставки в одежду пациентов, проходящих лечение с использованием аппарата внешней фиксации [8]. Вставка предназначена в качестве дополнительного конструктивного элемента к основному виду одежды пациентов во время лечения

аппаратами внешней фиксации (АВФ). Съемная вставка выполнена из полосы ткани, к одному краю которой пришта одна часть от разъемной застежки-молнии, а к противоположному краю полосы ткани пришта вторая часть от разъемной застежки-молнии. Съемная вставка расширяет функциональные возможности одежды, позволяет увеличить внутренний объем одежды, свободно снимать и одевать одежду на конечность с АВФ. Недостатком полезной модели является несамостоятельность, поскольку съемная вставка не может быть использована без одежды, а соединяемые со вставкой изделия должны включать части замков-молний, производимых по одинаковым техническим условиям, т.е. должны совпадать размеры звеньев молний и бегунков. Недостатком съемной вставки является конусность изменения формы, что обуславливает неравномерное расширение одежды, либо к низу рукава, либо вверху к горловине, при этом центральные участки расширяемых участков получают лишь долю объема, что может быть недостаточным, если чрескостный аппарат установлен на плечевом поясе, или по плечевой кости, при этом создаваемое вставкой расширение на краю детали может быть излишним, что потенциально формирует дискомфорт и создает и излишнюю мешковатость.

Мы предлагаем иной вариант конструктивно-технологического решения плечевой одежды для пациентов с травмами плечевого пояса и верхних конечностей в виде рубашки [9, 10], которая состоит из спинки (1), переда(2) с застежкой (3) и цельнокроеных рукавов, боковые (4) и верхние (5) швы рубашки выполнены разъемными и соединены кнопками (6, 8), расположенными на планках (7), к которым прикреплена съемная вставка (10) прямоугольной формы с планками и кнопками (17), содержащая закрепленные в верхних (12) и нижних (13) манжетах три продольные складки (14), по ребрам продольных складок проложены строчки, для придания жесткости формы при раскрытии трех продольных складок (рис. 2).

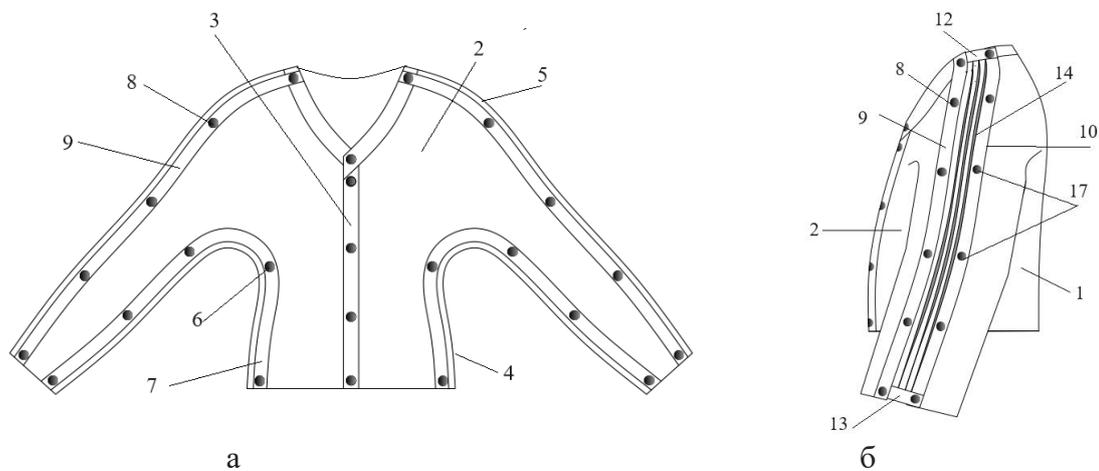


Рис. 2. Схема конструктивно-технологического решения одежды:  
а) вид спереди, б) вид сбоку

Одежду для пациентов с травмами плечевого пояса и верхних конечностей раскрывают в левом или правом верхнем шве, в зависимости от расположения на теле чрескостного фиксатора. Закрепляют с помощью кнопок съемную вставку. Раскрывают кнопки планок боковых швов и застежку переда. Изделие надевают на тело человека с травмами плечевого пояса и верхних конечностей. Выполняют закрытие на кнопки боковых швов. Выполняют закрытие застежки переда. Складки съемной вставки раскрываются, огибая материалом изделия стержни и рамы чрескостного фиксатора.

Технической задачей и техническим результатом заявляемого изделия является формирование одежды эргономичной оболочки вокруг травмированного плечевого пояса и верхних конечностей человека с установленным аппаратом чрескостной фиксации [11] рамочно-стержневого или гибридного типа, что позволяет защищать тело от неблагоприятных воздействий окружающей среды и проводить санитарно-гигиенические

процедуры. Разработка выполнена в рамках проекта «Обучение служением» [12] под руководством к.т.н., доцента М.А. Гусевой и д.т.н., профессора В.В. Гетманцевой.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Реабилитация-2030: призыв к действиям. Всемирная Организация Здравоохранения. / [Электронный ресурс] URL: <https://www.who.int/ru/news-room> (дата обращения 03.09.2023)
2. Гусев И.Д., Андреева Е.Г., Яковлева Л.Е., Гусева М.А. Адаптационный потенциал швейной продукции для маломобильных потребителей с ограниченными возможностями здоровья // Дизайн и технологии. 2022. № 91-92 (133-134). С. 221-233.
3. Мальмберг А., Раук Бергстрем Т., Геллерстейдт Ф. Тепловыделяющая одежда для больного / Патент на изобретение RU 2318414 С2, опубл. 10.03.2008., бюл. № 7.
4. Мизин А.Г. Больничная одежда для пациента. Варианты / Патент на изобретение RU 2541280 С2, опубл. 10.02.2015, бюл. №4.
5. Помазкова Е.И., Зверев Е.А., Москаленко Н.Г. Верхняя одежда для лежачих больных / Патент на полезную модель RU 163431 U1. Опубл. 20.07.2016, бюл. № 20.
6. Егоров А.И., Егоров Р.И., Леоненко Л.А. Рубашка для больного / Патент на полезную модель RU 105801 U1, опубл. 27.06.2011, бюл. № 18.
7. Долгополова А.В., Каньшина Ю.В., Тимошенко А.В., Помазкова Е.И., Москаленко Н.Г. Адаптивная одежда / Патент на полезную модель RU 193759 U1 опубл. 13.11.2019, бюл. № 32.
8. Леонтьева Л.В., Московенкова Е.Н. Съёмная вставка для одежды пациентов, проходящих лечение с использованием аппарата внешней фиксации/ Св-во на полезную модель RU 191987 U1, опубл. 29.08.2019, бюл. № 25.
9. Гусева М.А., Гетманцева В.В., Клочкова О.В., Джоджуа А.А., Иванова А.О. Знамцева А.М., Бескостова П.Р. Одежда для потребителей с травмами плечевого пояса и верхних конечностей / заявка на полезную модель № 2024108461 от 29.03.2024.
10. Гусева М.А., Гетманцева В.В., Клочкова О.В., Знамцева А.М., Бескостова П.Р. Плечевая одежда со вставкой / заявка на промышленный образец № 2024501702 от 29.03.2024.
11. Гусева М.А., Зотов В.В., Гетманцева В.В., Клочкова О.В., Джоджуа А.В., Иванова А.О. Повышение эргономических характеристик одежды для потребителей с боевыми травмами верхних конечностей // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. // 2024. - № 3 (411) – С. 160-169.
12. Гусева М.А., Зотов В.В., Гусев И.Д., Андреева Е.Г., Гетманцева В.В. Реализация волонтерского проекта по разработке социально ориентированных швейных изделий специального назначения // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. // 2024, №4.

## **НОВЫЙ ДИЗАЙН СВЕТОВОЗВРАЩАЮЩЕГО ТЕКСТИЛЯ TECHNOLOGY FOR OBTAINING LIGHT-PROOF TEXTILE**

Р.Н. Зыков, Д.Р. Горбанева, Е.А. Горбанов, О.В. Козлова  
R.N. Zykov, D.R. Gorbaneva, E.A. Gorbanov, O.V. Kozlova

Ивановский государственный химико-технологический университет  
Ivanovo State University of Chemical Technology  
e-mail: ovk-56@mail.ru

**Работа посвящена разработке технологии получения световозвращающих текстильных материалов с новым цветодизайном. Показано, что при правильном построении технологического процесса формирования световозвращающего покрытия на текстильном материале и выборе пигментов с сигнальным эффектом можно получить качественные и прочные цветные рисунки со световозвращающими свойствами.**

**Ключевые слова:** текстильные материалы, световозвращение, полимерные композиции, стекломикрошарики.

**It is shown that with the correct construction of the technological process for forming a retroreflective coating on a textile material and the choice of pigments with a signal effect, it is possible to obtain high-quality and durable color patterns with retro-reflective properties.**

**Key words:** textile materials, light-shielding properties, polymer-adhesive compositions, mineral fillers, pigment, kaolin.

На сегодняшний день как никогда востребована специальная и детская одежда с сигнальными элементами. Сигнальные ткани и световозвращающие материалы (СВМ) предназначены для обеспечения безопасности человека в условиях недостаточной видимости. Отсутствие отечественных технологий получения световозвращающих материалов, а также дороговизна высококачественных световозвращающих материалов зарубежных фирм, приводят к тому, что потребителям приходится приобретать низкокачественную продукцию, не удовлетворяющую требованиям безопасности. Поэтому создание текстильного материала с качественным световозвращающим эффектом на основе использования отечественного химического сырья является актуальным направлением для текстильной промышленности.

Получение световозвращающих материалов (СВМ) – это технологически не сложный процесс, но при правильном его построении и выборе материалов, обеспечивающих прочное формирование полимерно-пигментных слоев многослойного композита, успех обеспечен.

Что собой представляет световозвращающий материал? СВМ представляют собой текстильную основу, чаще всего легкий полиэфирный материал с плотным переплетением. с нанесённым на неё световозвращающим слоем. Первый слой - «зеркальный», выполненный на текстильном материале путем прямой печати с использованием полимерной композиции с алюминиевой пастой, обладает высоким отражающим свойством и способствует обеспечению зеркального отражения падающего света; второй слой – клеевой монтирующий слой представлен полимерным покрытием, которое обеспечивает прочную адгезию и закрепление световозвращающих элементов на поверхности текстильного материала; третий слой - стекломикрошарики, обеспечивающие получение световозвращающего эффекта на ткани.

Качество световозвращающих материалов, производимых, реализуемых и используемых на территории России, должно соответствовать ГОСТ Р 12.4.219-99. Как известно, с ужесточением требований безопасности на дорогах, детская одежда должна быть снабжена световозвращающими элементами.

Авторами [1] предложена отечественная технология получения СВ покрытий на текстильных материалах, которая с успехом может быть реализована в текстильном отечественном производстве.

Целью этого этапа исследований являлось определение возможности получения цветного СВ изображения. Этот эффект имеет привлекательный вид для одежды детского ассортимента и может быть реализован как в виде забавных рисунков на легких летних изделиях любого волокнистого состава, так и в виде разнообразных многоцветных логотипов.

На рисунке 1а приведена схема классически сформированного СВМ, а на рисунке 1б – предлагаемый вариант с введением промежуточного цветного слоя.

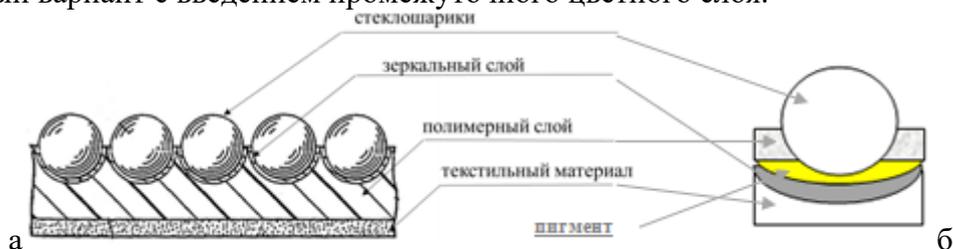


Рис. 1. Модель световозвращающего материала.

В работе были опробованы различные варианты формирования многослойного СВ покрытия. Были отработаны технологические параметры нанесения слоев (прямой печатью, ракельным нанесением), термообработки после каждого нанесения полимерсодержащих слоев, а также концентрации полимеров и пигментов. Важным моментом явилось определение порядка нанесения цветного изображения – до или после зеркального слоя. В этом случае либо «страдал» эффект световозвращения, либо яркость цветных отпечатков.

В таблице 1 приведены образцы, полученные при реализации технологии по схеме, указанной на рис.1б. Колористический эффект получен качественный.

Таблица 1

Внешний вид образцов со световозвращающими свойствами

Условия съемки	образцы
Дневная съемка без вспышки	
Ночная съемка со вспышкой	

По результатам определения коэффициентов световозвращения и прочности эффекта после физико-химических воздействий (стирка и трение) полученные в работе образцы отвечают требованиям ГОСТ Р 12 4.219-99.

На рисунке 2 приведены показатели световозвращения при использовании различных полимеров, используемых в качестве монтирующего слоя. Все они акриловой природы отечественного производства.

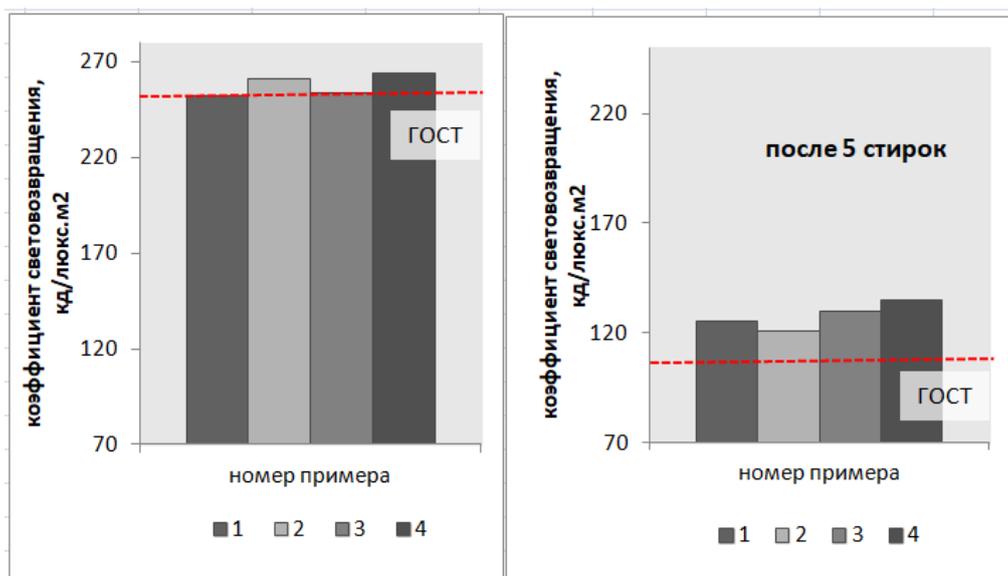


Рис.2 Коэффициенты световозвращения и прочность эффекта СВ после физико-химических воздействий в условиях бытовой стирки

Таким образом, разработана технология получения цветных световозвращающих рисунков. При этом можно отметить, что в композициях детских рисунков можно использовать только отдельные фрагменты рисунков со СВ эффектом, тем самым делая акцент на выделяемых элементах. Технология конкурентоспособна, имеет востребованность у потребителей, особенно в малых предприятиях швейной отрасли.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Козлова, О. В. Использование отечественных полимеров при создании световозвращающих текстильных материалов / О. В. Козлова, Е. В. Меленчук // Известия высших учебных заведений. Химия и химическая технология. - 2013. - Т. 56. - № 2. - С. 121-123.

**ПРОЕКТНАЯ РАЗРАБОТКА ДЕТСКИХ КОЛЛЕКЦИЙ ОДЕЖДЫ ДЛЯ БРЕНДА  
ИВАНОВСКОГО ТРИКОТАЖА «СОВАЛИНА» В КОНТЕКСТЕ СОТРУДНИЧЕСТВА  
ИВАНОВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО  
УНИВЕРСИТЕТА И КОМПАНИИ «РИТЕЙЛ ГРУПП»**

**PROJECT DEVELOPMENT OF CHILDREN'S CLOTHING COLLECTIONS FOR THE  
IVANOVO KNITWEAR BRAND «SOVALINA» IN THE CONTEXT OF PARTNERSHIP  
BETWEEN IVANOVO STATE POLYTECHNIC UNIVERSITY AND «RETAIL GROUP»  
COMPANY**

С.С. Зяблова, Е.С. Позднякова, Е.В. Максимова  
S.S. Zyablova, E.S. Pozdnyakova, E.V. Maximova

Ивановский государственный политехнический университет  
Ivanovo State Polytechnic University

E-mail: zyablova.svetlana.99@mail.ru, liza.pozdnyakova.2018@mail.ru, el-maximova@yandex.ru

Рассмотрены особенности проектной деятельности студентов-дизайнеров одежды в рамках партнерства вуза и предприятия легкой промышленности. Показаны результаты разработки двух детских коллекций одежды: "Гжель kids" и "Морские дюны". Проанализированы подходы к интеграции народных мотивов и современных трендов в дизайне детской одежды. Продемонстрирована эффективность коллаборации образовательного учреждения и бизнеса в контексте подготовки специалистов для текстильной промышленности.

Ключевые слова: проектная деятельность, дизайн одежды, детская мода, народные промыслы, минимализм, сотрудничество вуза и предприятия, текстильная промышленность, ивановский трикотаж, коллаборация.

The features of project activity of students-designers of clothes within the framework of partnership of university and light industry enterprise are considered. The results of the development of two children's clothing collections: «Gzhel Kids» and «Sea Dunes» are shown. The approaches to the integration of folk motifs and modern trends in children's clothing design are analyzed. The efficiency of collaboration of educational institution and business in the context of training specialists for the textile industry is demonstrated.

Key words: project activity, fashion design, children's fashion, folk crafts, minimalism, cooperation between university and business, textile industry, Ivanovo knitwear, collaboration.

В современных условиях развития легкой промышленности особую актуальность приобретает сотрудничество образовательных учреждений и предприятий. Данная статья посвящена анализу проектной деятельности студентов-дизайнеров одежды в рамках профессионального кейс-конкурса, организованного Ивановским Государственным Политехническим Университетом совместно с компанией «Ритейл групп» (бренд детской одежды «Совалина»). Целью является демонстрация эффективности коллаборации вуза и бизнеса в контексте регионального развития и подготовки высококвалифицированных специалистов для текстильной промышленности.

В рамках проекта была разработана детская коллекция одежды «Гжель kids», основанная на стилизации мотивов традиционного русского народного промысла - гжельской росписи " (студент Зяблова С.С., руководитель Максимова Е.В., доцент кафедры дизайна костюма и текстиля им. Н.Г.Мизоновой). Концепция коллекции соединяет элементы народного искусства со стилем кэжуал, что позволяет создать современный и актуальный продукт. На рис.1 показаны образы из коллекции с примером визуализации принтов.



Рис. 1. Коллекция «Гжель kids», визуализация принтов

Основные аспекты разработки:

- стилизация традиционных гжельских мотивов в детской манере;
- использование тренда «возвращение к синему» в сочетании с джинсовым кэжуал стилем;
- создание уникальных персонажей (мишка, дракончик, панда, ежик) для монопринтов и паттернов;
- разработка капсульной коллекции, включающей платья, комплекты из блузок и брюк, топов и юбок;
- разработка дизайна принтов с учетом особенностей печати на трикотажных полотнах.

Особое внимание уделено не только художественным, но и техническим аспектам проектирования, включая разработку технических эскизов и макетов паттернов, пререработка эскизов принтов с учетом технологии печати на футере, которую использует бренд «Совалина». На рис.2 представлены две модели с техническими рисунками (вид спереди и сзади).



Рис. 2. Коллекция «Гжель kids», карточки моделей

Коллекция «Гжель kids» не только отвечает современным трендам в детской моде, но и способствует приобщению детей к культурному коду России через элементы традиционного искусства.

Проектная разработка «Морские дюны» – это детская коллекция, основанная на концепции минимализма и графики (Позднякова Е.С., руководитель Максимова Е.В., доцент кафедры дизайна костюма и текстиля им. Н.Г.Мизоновой). На рис.3 отражены этапы работы над раппортными композициями для печати на ткани.



Рис.3. Коллекция «Морские дюны», разработка паттернов

Ключевые особенности проекта:

- создание абстрактных графических паттернов, ассоциативно связанных с морской тематикой;
- использование песочной и морской цветовой гаммы (оттенки бежевого, охристого, синего);
- разработка 8 основных комплектов моделей и 2 моделей-компаньонов (футболка и водолазка);
- применение асимметричного кроя низа изделий как ключевого конструктивного элемента;
- создание многовариантной многослойной капсульной коллекции, адаптируемой к разным сезонам.



Рис. 4. Коллекция «Морские дюны», карточка модели с техническими рисунками

В процессе работы над коллекцией были учтены тренды, представленные в трендбуке "Карлин", в частности, «Минимальная палитра». Палитра была адаптирована для детской

аудитории путем добавления более позитивных оттенков. На рис.4 представлена карточка модели.

Для оценки качества посадки и соответствия дизайн-концепции в экспериментальном цехе предприятия были отшиты промышленные образцы изделий из макетных тканей и проведена примерка. На рис.5 показан процесс примерки в офисе бренда.



Рис.1. Примерка макетов изделий

В ходе проектной деятельности были достигнуты значительные практические результаты:

- разработаны и подготовлены к производству 13 уникальных паттернов и 5 монопринтов, с учетом специфики маркетинговой политики и трендов развития бренда;
- созданы 9 пакетов лекальных конструкций, учитывающих специфику трикотажного производства.

Комплексный подход к разработке обеспечивает высокую степень готовности коллекций к промышленному внедрению и демонстрирует практическую ценность сотрудничества вуза и предприятия.

Ключевые результаты:

1. Успешная интеграция образовательных технологий и бизнес-подходов в рамках проектной деятельности.
2. Создание актуальных дизайн-концепций, отвечающих требованиям рынка детской одежды.
3. Развитие навыков работы с трендами и их адаптации к специфике регионального производства и конкретного предприятия Совалина.
4. Формирование у студентов компетенций, необходимых для работы в реальных условиях текстильной промышленности.

Коллаборация демонстрируют эффективность сотрудничества Вуза и предприятия в контексте подготовки специалистов для легкой промышленности. Разработанные коллекции «Гжель kids» и «Морские дюны» отражают современные тенденции в детской моде, учитывают технологические особенности производства и способствуют развитию креативного потенциала будущих дизайнеров одежды.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Тимофеева, М. Р. Технологии креативного проектирования в дизайне костюма : учебное пособие / М. Р. Тимофеева. – Омск : Омский государственный технический университет, 2019. – 168 с. – ISBN 978-5-8149-2784-3.

2. Хоффман, К. Умный подход: креативные кейсы, инструменты, техники и процессы / К. Хоффман ; пер. с англ. М. Пановой. – Москва : Эксмо, 2019. – 224 с. – ISBN 978-5-04-093964-0.

**СОСТАВЛЕНИЕ КАРТЫ ЦЕЛЕЙ ПРЕДПРИЯТИЯ  
АО «РОДНИКИ-ТЕКСТИЛЬ»**

**DRAWING UP A MAP OF THE COMPANY'S GOALS  
AO "RODNIKI-TEXTILE"**

А.С. Иванова, Т.С. Галкина, Т.О. Гойс  
A.S. Ivanova, T.S. Galkina, T.O. Gois

Ивановский государственный политехнический университет  
Ivanovo State Polytechnic University  
E-mail: tob200786@mail.ru

В статье рассмотрена тема стратегического планирования на производстве. представлена методика написания целей по SMART, который помогает обеспечивать комплексный подход к управлению организацией. Раскрыта тема сбалансированной системы показателей (ССП) и составлена матрица целей для предприятия АО «РОДНИКИ-ТЕКСТИЛЬ».

Ключевые слова: стратегическое планирование, цели по SMART, сбалансированная система показателей, матрица целей.

The article discusses the topic of strategic planning in production. A method for writing SMART goals is described, which helps to provide an integrated approach to managing an organization. The topic of the balanced scorecard (BSC) is disclosed and a matrix of goals for the company AO "RODNIKI-TEXTILE" is compiled.

Keywords: strategic planning, SMART goals, balanced scorecard, goal matrix.

Основными направлениями экономики промышленного предприятия являются:

- создание новых и обновление старых производств;
- выход на международные рынки.

Данные действия должны проводиться в соответствии с заранее разработанными стратегиями, которые имеют долгосрочный характер и разрабатываются в ходе стратегического планирования.

Стратегическое планирование представляет собой структуру, схему или набор управленческих методов и инструментов для определения основных направлений деятельности организации. Его используют для прогнозирования, формирования показателей развития компании, определения её назначения на рынке, перспективности и успешности в данном бизнесе. Результатом этого процесса является составление стратегического плана – документа, описывающего стратегические и тактические цели, подкреплённые расчётами и практическими исследованиями [1].

Эффективность достижения целей зависит от того, насколько точно они сформулированы. Чтобы цели были конкретными, а результат — достижимым, для их описания используют метод SMART.

SMART — это метод, суть которого в том, что цели и задачи должны соответствовать пяти критериям. Эти пять критериев зашифрованы в аббревиатуре SMART:

- S — specific, конкретная;
- M — measurable, измеримая;
- A — achievable, достижимая;
- R — relevant, актуальная;
- T — time bound, ограниченная по времени [2].

Стратегическое планирование является процессом, который позволяет организациям определять свои долгосрочные цели и пути их достижения. Оно включает в себя:

- анализ текущей ситуации;

- оценку ресурсов и возможных рисков;
- разработку конкретных стратегий для улучшения конкурентоспособности [1].

Одним из самых больших вызовов, с которым сталкиваются организации в процессе стратегического планирования, заключается в том, как эффективно отслеживать и оценивать выполнение этих стратегий.

Для решения этой проблемы была разработана сбалансированная система показателей (ССП), которая не только позволяет измерять результаты деятельности организации, но и обеспечивает комплексный подход к управлению, объединяя финансовые и нефинансовые показатели. Система ССП помогает превратить общие стратегические цели в конкретные оперативные задачи, которые могут быть измерены и оценены, тем самым создавая необходимую связь между стратегическим планом и повседневной деятельностью.

Для успешного внедрения системы ССП необходимо не только определить ключевые показатели, но и четко сформулировать цели, которые будут служить основой для этих показателей. Здесь на помощь приходит матрица целей — инструмент, который помогает визуально представить и структурировать цели организации. Цели и показатели данной системы формируются в зависимости от мировоззрения и стратегии каждой конкретной компании, деятельностью которой оценивают по четырем критериям:

1) финансовая составляющая. Финансовые показатели оценивают экономические последствия предпринятых действий и являются индикаторами соответствия стратегии компании, её осуществления и воплощения общему плану усовершенствования предприятия в целом. Как правило, они относятся к прибыльности и измеряются операционной прибылью, доходностью занятого капитала или добавленной стоимостью;

2) взаимоотношения с клиентами. Клиентская составляющая рассматривается как потребительская база и сегмент рынка, в которых конкурирует данное предприятие, а также показатели результатов его деятельности в целевом сегменте рынка. Сюда входят удовлетворение потребностей клиентов, сохранение потребительской базы, привлечение новых клиентов, доходность, а также объем и доля целевого рынка;

3) внутренние бизнес-процессы. Данная составляющая определяет те главнейшие внутренние бизнес-процессы, которые необходимо довести до совершенства. Показатели данного направления сосредоточены на оценке внутренних процессов, от которых в огромной степени зависит удовлетворение потребностей клиентов и достижение финансовых задач компании в целом;

4) обучение и развитие персонала. Составляющая обучения и развития персонала определяет инфраструктуру, которую надлежит создать, чтобы обеспечить долговременный рост и совершенствование. Предприятие должно инвестировать в переобучение персонала, усовершенствование информационных технологий и систем, создание взаимосвязи между организационными процедурами и ежедневными операциями.

Для составления карты целей было выбрано предприятие полного цикла, производящее хлопковые и смесовые специальные ткани для рабочей одежды, ткани для домашнего текстиля, махровые и портьерные ткани, - АО «Родники-Текстиль». Используя систему ССП и метод SMART, была построена карта целей, представленная на рисунке 1.



Рис. 2. Карта целей АО «Родники-Текстиль»

Система сбалансированных показателей — это универсальный инструмент планирования и оценки результатов деятельности предприятий независимо от отраслевой принадлежности и форм собственности.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Стратегическое планирование: этапы, процесс планирования / [Электронный ресурс] // ЛидерТаск: [сайт]. — URL: <https://www.leadertask.ru/blog/strategicheskoe-planirovanie> (дата обращения: 25.09.2024)
2. Как ставить SMART-цели: в жизни и в бизнесе / [Электронный ресурс] // COMPASS: [сайт]. — URL: <https://getcompass.ru/blog/posts/smart-cto-eto> (дата обращения: 28.09.2024).
3. Каплан Р., Нортон Д.: Сбалансированная система показателей. – М.: Олимп-Бизнес, 2003. – 17-32 с.

**ИНТЕГРАЦИЯ НЕЙРОСЕТЕЙ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ПРОЦЕСС НА КАФЕДРЕ  
ДИЗАЙНА КОСТЮМА И ТЕКСТИЛЯ ИМ. Н.Г.МИЗОНОВОЙ. ОПЫТ РАЗРАБОТКИ  
МОДНЫХ КОЛЛЕКЦИЙ С ПОМОЩЬЮ STABLE DIFFUSION**

**INTEGRATION OF NEURAL NETWORKS INTO THE EDUCATIONAL PROCESS AT  
THE N.G. MISONOVA DEPARTMENT OF COSTUME AND TEXTILE DESIGN.  
EXPERIENCE IN DEVELOPING FASHION COLLECTIONS WITH THE HELP OF  
STABLE DIFFUSION**

А.П. Иконникова, Е.В. Максимова  
A.P. Ikonnikova, E.V. Maksimova

Ивановский государственный политехнический университет  
Ivanovo State Polytechnic University  
E-mail: ikonnya.anastasia@gmail.com, el-maximova@yandex.ru

Рассматривается процесс создания модной коллекции на основе научных иллюстраций с применением искусственного интеллекта. Описываются этапы работы, включающие текстовое описание концепции, генерацию изображений и их последующую доработку. Анализируются преимущества использования Stable Diffusion в дизайне одежды, такие как ускорение процесса создания эскизов и расширение творческого потенциала. Подчеркивается важность интеграции технологий ИИ в образовательный процесс для подготовки специалистов к работе в современной индустрии моды.

**Ключевые слова:** искусственный интеллект, нейросети, Stable Diffusion, дизайн костюма, модная индустрия, образование, творческий процесс, эскизы, Ивановский Государственный Политехнический Университет, научная иллюстрация.

The process of creating a fashion collection based on scientific illustrations using artificial intelligence is considered. The stages of work are described, including textual description of the concept, generation of images and their subsequent finalization. The advantages of using Stable Diffusion in fashion design, such as speeding up the sketching process and enhancing creativity, are analyzed. The importance of integrating AI technologies into the educational process to prepare specialists to work in the modern fashion industry is emphasized.

**Keywords:** artificial intelligence, neural networks, Stable Diffusion, costume design, fashion industry, education, creative process, sketches, Ivanovo State Polytechnic University, scientific illustration.

В современном мире искусственный интеллект (ИИ) стремительно проникает во все сферы человеческой деятельности, включая индустрию моды. Нейросети открывают новые горизонты для дизайнеров костюма, позволяя им создавать уникальные коллекции одежды с помощью нового инструмента. Данная статья посвящена исследованию опыта использования нейросети Stable Diffusion в процессе обучения студентов по направлению подготовки «Дизайн костюма» в Ивановском государственном политехническом университете.

Дришти Гангвани, основательница платформы для молодых дизайнеров Clostr, подчеркивает важность внедрения инструментов ИИ в систему модного образования. Она утверждает, что в ближайшие 5-10 лет умение пользоваться этими технологиями станет необходимым навыком для всех, кто хочет работать в индустрии моды, независимо от того, планируют ли они создавать собственные коллекции или работать в крупных брендах.

Примером использования ИИ в модной индустрии за рубежом является коллекция дизайнера Хиллари Теймур, бренд Collina Strada, представленная на Неделе моды в Нью-Йорке. Сгенерированные изображения были использованы в качестве эскизов для создания реальных предметов одежды, что органично вписалось в яркую деконструированную эстетику бренда.

В России также наблюдается тенденция к интеграции ИИ в модную индустрию. Бренд Alena Akhmadullina активно использует нейросети в своей работе. Недавно они запустили

мужскую кутюрную линию Akhmadullina Atelier Man на основе дизайна ИИ. Команда бренда уже давно применяет нейросети как инструмент для создания эскизов в женских коллекциях, отмечая, что ИИ позволяет быстро прорабатывать все детали на этапе эскизирования моделей, принтов и паттернов, объединяя возможности нейросети и аналогового творчества.

Для освоения нейросети как нового инструмента проектирования студен-дизайнер получил задание разработать коллекцию на основе научной иллюстрации из редкого фонда библиотеки Ивановского Политеха и Рисовальной школы А. Л. Штигица, г. Иваново-Вознесенск.

Коллекция была создана на основе иллюстрированного атласа к книге немецкого зоолога Конрада Гюнтера "Происхождение и развитие человека", 1909 г. (см. рис.1) и включает в себя пять моделей одежды на основе стилизованных форм моллюсков, морских обитателей и их древних окаменелостей (см. рис.2).



Рис. 1. Книга Конрада Гюнтера "Происхождение и развитие человека", 1909



Рис. 2. Коллекция на тему "Бионика"

Процесс создания коллекции включал следующие этапы:

1. Подробное текстовое описание форм, фактур и пропорций иллюстраций из книги применительно к дизайну костюма.
2. Определение стиля одежды (сюрреализм, бионика) и цветовой гаммы. Подбор терминов, определение опытным путем, какие текстовые формулировки нужны для более четкового воспроизведения концепции дизайнера.

3. Составление чистовых детальных промптов для планируемой коллекции.

4. Выполнение форэскизов от руки с учетом специфики последующей обработки с помощью нейросети.

5. Генерация изображений с помощью Stable Diffusion на основе тестовых авторских промптов и авторских предварительных эскизов. Иллюстрации из книги в виде промта-картинки не были использованы.

6. Отбор и доработка полученных результатов с помощью Photoshop.

Основные характеристики коллекции:

1. Цветовая гамма: преобладание оттенков зеленого и бежевого, создающих ощущение природной, органической эстетики.

2. Силуэты: сочетание облегающих и свободных форм, включая как четкие геометрические линии, так и плавные, биоморфные очертания.

3. Текстуры: активное использование рельефных узоров, напоминающих чешую, раковины моллюсков или окаменелости.

4. Стилистика: влияние сюрреализма и бионики, баланс между авангардным искусством и функциональным дизайном.

Выбор Stable Diffusion обусловлен рядом преимуществ:

- Открытый исходный код, позволяющий обучать модели и создавать плагины.

- Быстрое развитие и улучшение функциональности.

- Возможность использования дополнительных инструментов, таких как ControlNet, для лучшего контроля над результатом.

Другие варианты данной коллекции представлены на рисунке 3.

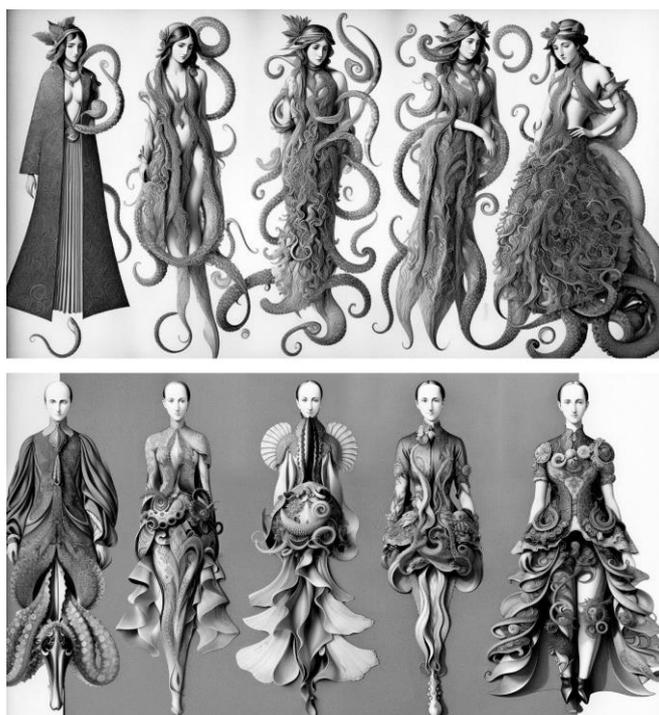


Рис. 3. Другие варианты коллекции "Бионика"

На третьем курсе были разработаны коллекции на другие темы с применением отработанной авторской методики работы с нейросетью Stable Diffusion (см. рис.4).



Рис. 4. Коллекция на тему "Романтизм"

Использование нейросети Stable Diffusion в процессе создания модных коллекций открывает новые возможности для студентов-дизайнеров, позволяя дизайнерам визуализировать свои концепции по-новому. Этот инструмент позволяет не только ускорить процесс создания эскизов, но и расширить творческий потенциал, генерируя уникальные идеи и комбинации, которые никогда не могли бы быть получены традиционными методами.

Кроме того, нейросеть обеспечивает возможность генерации множества вариаций эскизов, из которых дизайнер может выбрать наиболее подходящие.

Важно отметить, что нейросеть не заменяет творческий процесс дизайнера, а дополняет его, предоставляя новый инструментарий для воплощения идей. Дополнительная доработка результатов в графических редакторах остается необходимым этапом работы для достижения максимально качественного результата.

Интеграция нейросетей в образовательный процесс по направлению "Дизайн костюма" способствует развитию у студентов навыков работы с передовыми технологиями, что является критически важным для их будущей профессиональной деятельности в быстро реагирующей на изменения индустрии моды.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Варя Баркалова. Смотримся в черное зеркало-2: как развиваются отношения моды и искусственного интеллекта // Правила жизни: журн.: электр. версия. 2024. URL: <https://www.pravilamag.ru/life-style/708705-smotrim-sya-v-chnoe-zerkalo-2-kak-razvivayutsya-otnosheniya-mody-i-iskusstvennogo-intellekta/> (дата обращения: 29.09.2024). — Дата публикации: 06.10.2023, 15:13. — Режим доступа: свободный

## ОБЪЕМНОЕ МОДИФИЦИРОВАНИЕ ПОЛИПРОПИЛЕНОВЫХ НИТЕЙ СТАБИЛИЗИРОВАННЫМИ НАНОЧАСТИЦАМИ БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ

### BULK MODIFICATION OF POLYPROPYLENE YARNS WITH STABILIZED NANOPARTICLES OF PRECIOUS METALS

Ш.Ш. Иматшоева<sup>1,2</sup>, С.Ю. Вавилова<sup>1</sup>, Н.П. Пророкова<sup>1,2</sup>  
S.S. Imatshoeva<sup>1,2</sup>, S.Yu. Vavilova<sup>1</sup>, N.P. Prorokova<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Институт химии растворов имени Г.А. Крестова Российской академии наук (Иваново)

<sup>2</sup>Ивановский государственный политехнический университет

<sup>1</sup>G.A. Krestov Institute of Solution Chemistry of the Russian Academy of Sciences (Ivanovo)

<sup>2</sup>Ivanovo State Polytechnic University

E-mail: npp@isc-ras.ru

Исследовано объемное модифицирование полипропиленовых текстильных нитей в процессе их формирования из расплава с использованием стабилизированных в матрице из полиэтилена низкой плотности серебро-, золото- и палладийсодержащих наночастиц. Показано, что использование указанных частиц приводит к повышению прочности модифицированных нитей. Установлено, что модифицированные полипропиленовые нити незначительно влияют на патогенные бактерии, но проявляют хорошую биологическую активность при контакте с микрогрибами *Candida albicans*.

Ключевые слова: полипропиленовая нить, объемное модифицирование, серебросодержащие наночастицы, золотосодержащие наночастицы, палладийсодержащие наночастицы

The bulk modification of polypropylene textile yarns during their melt spinning using silver-, gold- and palladium-containing nanoparticles stabilized in a low-density polyethylene matrix was studied. It was shown that the use of these particles leads to an increase in the strength of the modified yarns. It was found that the modified polypropylene yarns have little effect on pathogenic bacteria, but exhibit good biological activity when in contact with *Candida albicans* microfungi.

Key words: polypropylene yarns, bulk modification, silver-containing nanoparticles, gold-containing nanoparticles, palladium-containing nanoparticles

Применение полипропиленовых (ПП) волокнистых материалов в различных областях экономики обусловлено их хорошими физико-химическими и физико-механическими свойствами, возможностью регулирования последних в широких пределах, сравнительной доступностью сырья, реализацией процессов переработки на высокопроизводительном оборудовании.

Введение в волокнообразующий полимер наноразмерных металлсодержащих частиц направлено на дополнительное улучшение основных физико-механических характеристик волокна (прочности, модуля упругости) и придание волокнам новых свойств – антимикробности, пониженного электрического сопротивления и т.п. Необходимым условием модифицирования ПП нитей металлсодержащими наночастицами (МСН) является сохранение присущей последним высокой поверхностной активности на всех стадиях процессов получения волокнистых композиционных материалов и их эксплуатации. Для этого требуется, чтобы МСН сохраняли наноразмерное состояние, т.е. МСН должны использоваться в стабилизированной форме.

В работах ИХР РАН предложен новый способ стабилизации МСН, который заключается во введении МСН в процессе синтеза в матрицу инертного полимера. В [1-5] показано, что наиболее эффективным является использование в качестве матрицы полиэтилена низкой плотности (ПЭНП).

При введении в расплав полипропилена даже малых количеств композиционных наполнителей, представляющих собой МСН в полимерной матрице, необходимо учитывать, что формирование нитей будет происходить не из индивидуального полимера, а из смеси двух

полимеров. Исследования, ранее проведенные в ИХР РАН [1, 5], показали, что композитные добавки МСН, полученные на основе ПЭНП, оказывают позитивное влияние на прочность нитей.

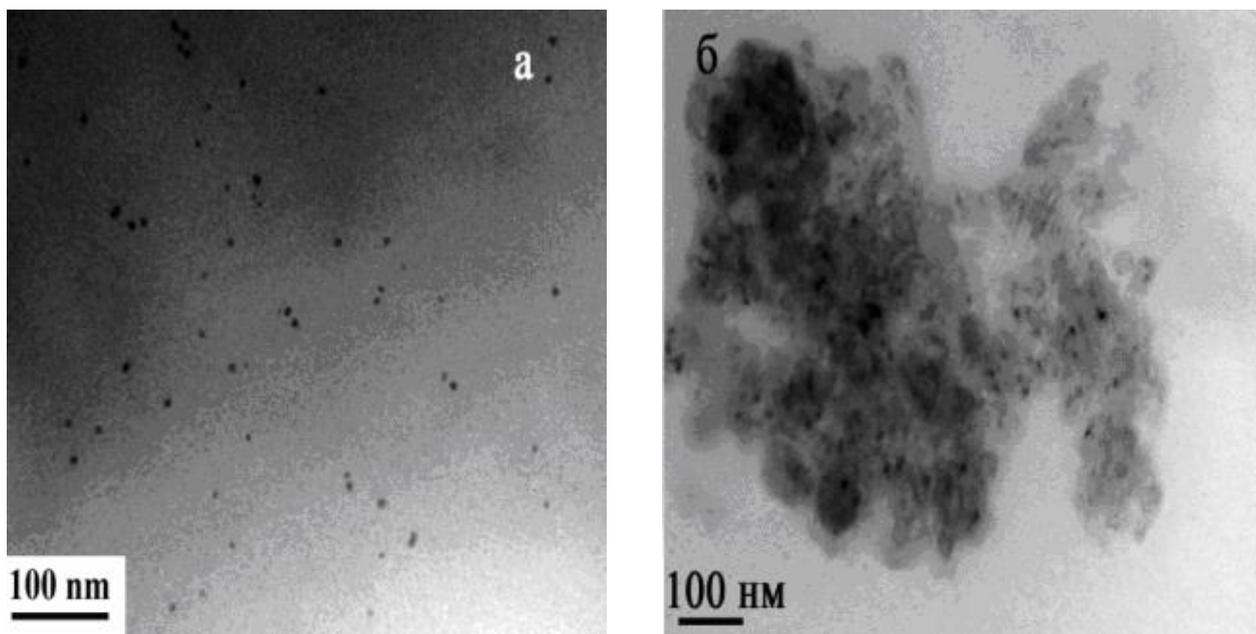
При формировании ПП нитей из расплава кристаллизация полипропилена протекает в неизотермических условиях при продольных деформирующих воздействиях на волокнообразующий полимер. Известно, что в этом случае может происходить образование бимодальной структуры, характеризующейся присутствием взаимно связанных ламелярных кристаллитов *c*- и *a*\*- осевой ориентации [6-9]. В первом случае молекулярные цепи в элементарной ячейке направлены вдоль направления деформирования, во втором случае - поперек. Подробный анализ изменения субмолекулярной структуры полипропиленовых нитей на разных стадиях получения нити представлен в работах [9-13]. В [9, 10] показано, что кристаллизация полимера протекает в основном с образованием складчатых ламелярных кристаллитов с направлением цепей по осям филаментов. Возможность кристаллизации полипропилена с формированием *c*- ориентированных складчатых ламелей существенно возрастает с повышением степени фильерного вытягивания ПП нитей и с уменьшением толщины филаментов. На стадии ориентационного вытягивания под влиянием деформации, направленной вдоль оси филаментов, в условиях термического воздействия происходит окончательный переход *a*\*- ориентированных кристаллитов в *c*- ориентированные, а также полное разворачивание сложенных молекулярных цепей в ламелях и формирование фибриллярных кристаллитов из вытянутых цепей [11]. Степень кристалличности ПП практически не зависит от величины фильерного вытягивания, но при ориентационном вытягивании несколько возрастает за счет одновременного действия температурного и деформационного факторов [12].

На стадии получения свежесформованных ПП нитей происходит ориентация относительно оси волокон не только кристаллитных образований, но и молекулярных цепей, входящих в состав аморфных областей ПП [13]. Дополнительное твердофазное вытягивание при повышенной температуре практически не влияет на ориентацию кристаллитных образований ПП нитей, но обеспечивает двукратное уменьшение угла разориентации молекулярных цепей в аморфных участках полимера. Указанное обстоятельство, наряду с отмеченным выше практически полным превращением ламелярных складчатых кристаллитов в фибриллярные кристаллитные образования из вытянутых цепей является причиной существенного снижения разрывного удлинения нитей на стадии твердофазного вытягивания и повышения при этом их прочности за счет распределения прилагаемой нагрузки на большое количество цепей [12,13].

Анализ влияния на прочность модифицированной ПП нити добавок малых количеств композиционных материалов, представляющих собой МСН, иммобилизованные в полиэтилене низкой плотности в процессе их синтеза, проводили с учетом изложенных выше представлений об изменении субмолекулярной структуры ПП на разных стадиях получения нитей из расплава.

Были выбраны композиты на основе наноразмерных серебро-, золото- и палладийсодержащих частиц, которые получали в ИМЕТ РАН при термическом разложении ацетата серебра, золотохлороводородной кислоты и диацетата палладия. Процесс был организован таким образом, что каждая отдельная капля раствора соли-прекурсора попадала в расплав полиэтилена высокого давления в минеральном масле, где осуществлялось образование наночастиц и их стабилизация полимером. Для стабилизации использовали полиэтилен низкой плотности марки 10803-020 с индексом расплава 2 г / 10 мин.

Как показали предварительные исследования, полученные композиты содержат частицы со средним размером 7 нм. Характерное изображение золото- и палладийсодержащих наночастиц представлено на рис. 1.



а

б

Рис. 1. Характерное изображение палладий- (а) и золотосодержащих (б) наночастиц, стабилизированных матрицей полиэтилена низкой плотности. Метод просвечивающей электронной микроскопии.

Модифицирование полипропиленовых нитей проводили на установке, имитирующей производственный процесс получения полипропиленовых нитей из расплава.

Для формования нитей использовали изотактический полипропилен марки «Бален» 01250 с индексом расплава 25 г / 10 мин.

Количество МСН варьировали от 0,004 до 0,2 % масс. (в пересчете на композит от 0,02 до 1,0 % масс).

В указанных условиях процессы формования и ориентационного вытягивания протекали стабильно, без перебоев. Были получены модифицированные комплексные текстильные нити диаметром 30-40 мкм, состоящие из 24 элементарных нитей.

В работах [1-5] было показано, что полиэтилен низкой плотности, представляющий собой матрицу, с которой тесно связаны металлсодержащие наночастицы, при формовании равномерно распределяется в объеме полипропиленовой нити. При малых содержаниях наполнителя полиэтилен не оказывает отрицательного влияния на прочность полипропиленовой нити. О том, как влияют на эту характеристику стабилизированные серебро-, золото- и палладийсодержащие наночастицы, судили на основании данных, представленных в табл. 1.

Из таблицы следует, что введение в нить малых количеств (от 0,02 до 0,175 %) серебро-, золото- и палладийсодержащих наноразмерных частиц приводит к увеличению её прочности в 1.1 – 1.2 раза.

Важной характеристикой полипропиленовых нитей, модифицированных стабилизированными металлсодержащими наночастицами, является способность подавлять деятельность патогенных микроорганизмов.

Таблица 1

Влияние концентрации серебро-, золото- и палладийсодержащих наночастиц, стабилизированных ПЭНП, на удельную разрывную нагрузку модифицированных ПП нитей

Содержание наночастиц в нити, % масс.	Относительная разрывная нагрузка, сН/текс
0	42.1 ± 1.3
Серебросодержащие частицы	
0.05	43.7 ± 2.0
0.075	45.4 ± 1.7
0.175	45.6 ± 1.7
0.25	41.2 ± 1.9
0.75	38.0 ± 1.8
Золотосодержащие наночастицы	
0.004	45.0 ± 4.3
0.01	47.2 ± 4.2
0.02	48.4 ± 4.4
Палладийсодержащие наночастицы	
0.01	48.8 ± 4.7
0.02	49.6 ± 4.9

Оценку влияния модифицированного волокнистого материала на жизнедеятельность патогенных микроорганизмов проводили «счетным» методом с использованием типичных тестовых культур: *Staphylococcus aureus* (золотистый стафилококк) и *Escherichia coli* штамм М-17 (кишечная палочка) – соответственно грам-положительная и грам-отрицательная бактериальные культуры, *Candida albicans* (кандида альбиканс) - дрожжеподобные микроскопические грибы.

Результаты, отражающие способность модифицированных золото- и палладийсодержащих полипропиленовых нитей ингибировать жизнедеятельность патогенных бактерий, представлены в табл. 2.

Таблица 2

Влияние серебро-, золото- и палладийсодержащих наночастиц на ингибирование модифицированными ПП нитями жизнедеятельности патогенных микроорганизмов

Вид и содержание наночастиц в ПП нити, % масс.	Ингибирование жизнедеятельности микроорганизмов, %		
	<i>Escherichia coli</i>	<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Candida albicans</i>
ПП нить без наполнителя	39	46	41
Серебро, 0,25 % масс.	48	54	91
Золото, 0,2 % масс.	57	56	93
Палладий, 0,05 % масс.	45	49	90

Данные таблицы свидетельствуют, что модифицированные серебро-, золото- и палладийсодержащими наночастицами ПП нити незначительно влияют на жизнедеятельность патогенных бактерий, но обеспечивают хороший антимикробный эффект при контакте с микрогрибами *Candida albicans*.

Ранее было показано, что наночастицы металлов переходного ряда (марганца, железа, никеля) обеспечивают очень хороший антимикробный эффект при воздействии на грам-положительные бактерии *Staphylococcus aureus* и микрогрибы *Candida albicans*, но приводят лишь к незначительному снижению количества колоний грам-отрицательных бактерий

*Escherichia coli*. Таким образом, ясно, что наночастицы металлов воздействуют на патогенные микроорганизмы селективно, в зависимости от вида наночастиц.

Следует также отметить, что биоцидное действие ПП нити с иммобилизованными в ее объеме биологически активными МСН проявляется при непосредственном её контакте с микроорганизмами, т.е. модифицированные наночастицами благородных металлов термопластичные полимерные материалы обладают барьерным антимикробным эффектом.

Изучено объемное модифицирование ПП нитей в процессе их формования из расплава с использованием стабилизированных в матрице из полиэтилена низкой плотности серебро-, золото- и палладийсодержащих наночастиц. Показано, что использование указанных МСН в количестве 0,02-0,175 % масс. приводит к повышению прочности модифицированных нитей в 1,1-1,2 раза. Установлено также, что модифицированные серебро-, золото- и палладийсодержащими наночастицами ПП нити незначительно влияют на патогенные бактерии, но проявляют хорошую биологическую активность при контакте с микрогрибами *Candida albicans*. Ранее было установлено, что использование «жестко» стабилизированных наночастиц металлов переходного ряда приводит к повышению прочности ПП нитей в 1,3-2,6 раза и обеспечивает придание им ярко выраженных биоцидных свойств. Таким образом, объемное модифицирование ПП нитей с использованием ряда «жестко» стабилизированных наночастиц является весьма эффективным. Ему препятствует сложность реализации известных методов «жесткой» стабилизации МСН. Перспективное направление исследований представляет собой разработка новых методов стабилизации МСН.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Prorokova N.P., Vavilova S.Yu., Biryukova M.I., Yurkov G.Yu., Buznik V.M. Modification of polypropylene filaments with metal containing nanoparticles immobilized in a polyethylene matrix // *Nanotechnol. Russ.* – 2014. – V. 9. – P. 533-540.
2. Prorokova N.P., Vavilova S.Yu., Kuznetsov O.Yu., Buznik V.M. Antimicrobial properties of polypropylene yarn modified by metal nanoparticles stabilized by polyethylene // *Nanotechnol. Russ.* – 2015. – V. 10. – P. 732-740.
3. Prorokova N.P., Vavilova S.Yu., Biryukova M.I., Yurkov G.Yu., Buznik V.M. Polypropylene threads modified by iron-containing nanoparticles stabilized in polyethylene // *Fibre Chem.* – 2016. – V. 47 – P. 384-388.
4. Prorokova N.P., Buznik V.M. New methods of modification of synthetic fibrous materials // *Rus. J. Gen. Chem.* – 2017. – V. 87. – P. 1371-1377.
5. Yurkov G.Y., Prorokova N.P., Kozinkin A.V., Vavilova S.Y., Solodilov V.I., Maksimov A.V., Vlasenko V.G., Kirillov V.E., Buznik V.M. Polypropylene filaments modified with manganese-containing nanoparticles // *Mechanics of composite materials.* - 2022. - Vol. 58, No. 5. – P. 705-718.
6. Samuels R.J. *Structured polymer properties.* New York: Wiley-Interscience, 1974.
7. Fujiyama M., Wakino T., Kawasaki Y. J. Structure of the skin layer in injection molded polypropylene // *Appl. Polym. Sci.* – 1988. - V. 35. – P. 29-49.
8. Kolb R., Seifert S., Stribeck N., Zachmann H.G. Simultaneous measurements of small- and wide-angle X-ray scattering during low speed spinning of poly(propylene) using synchrotron radiation // *Polymer.* – 2000. - V. 41. – P. 1497-1505.
9. Zavadskii A.E., Vavilova S.Yu., Prorokova, N.P. X-ray Analysis of the texture of freshly spun polypropylene threads // *Fiber Chem.* – 2013. - V. 45. – P. 145-149.
10. Завадский А.Е., Вавилова С.Ю., Пророкова Н.П. Рентгенографический анализ бимодальной структуры кристаллитов в полипропиленовых нитях. // *Изв. вузов. Химия и химич. технол.* - 2014. - Т. 57, № 9. – С.66-70.
11. Zavadskii, A.E., Vavilova, S.Yu., Prorokova, N.P.. X-Ray diffraction of the supramolecular structure of polypropylene yarns // *Fiber Chem.* – 2014. - V. 46. – P. 222-227.
12. Zavadskii, A.E., Vavilova, S.Yu., Prorokova, N.P. X-Ray analysis of polypropylene thread

crystallization during spinning // Fiber Chem. – 2015. - V. 47. – P. 79-84.

13. Zavadskii, A.E., Vavilova, S.Yu., Prorokova N.P. Orientation processes in crystalline and amorphous regions of polypropylene during yarn spinning // Fiber Chem. – 2017. - V. 49. – P. 10-1

## ЭТИЧНАЯ И ЭКОЛОГИЧНАЯ МОДА: МНЕНИЕ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ

### ETHICAL AND SUSTAINABLE FASHION: CONSUMER OPINION

А.Ш. Иргашева<sup>1</sup>, М.А. Чагина<sup>2</sup>  
A.SH. Irgasheva<sup>1</sup>, M.A. CHagina<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Костромской государственной университет

<sup>2</sup>Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики

Kostroma State University

Information Technologies, Mechanics and Optics University (Saint Petersburg)

E-mail: zyuzik\_93@mail.ru, lyu-chagina@yandex.ru,

Изучение некоторых факторов по отдельности не позволяет охватить все аспекты, которые могут повлиять на решение покупателя приобрести тот или иной товар, изготовленный из переработанных материалов. Несмотря на то, что продукты, из переработанных материалов, считаются экологически чистыми и оцениваются положительно, потребители редко дают предпочтения к их покупке. В этом контексте основная цель данного исследования - представить обзор того, как потребители воспринимают товары, изготовленные из переработанных материалов, изучить факторы, влияющие на приобретение таких товаров, выявить потенциальные барьеры на пути к их внедрению и формирование рекомендаций для будущих исследований.

Ключевые слова: текстильная промышленность, текстильные отходы, устойчивое развитие, рециклинг, экономика замкнутого цикла, этическая мода

Examining some factors in isolation does not cover all aspects that may influence a consumer's decision to purchase a product made from recycled materials. Despite the fact that products made from recycled materials are considered environmentally friendly and evaluated favourably, consumers rarely give a preference for buying them. In this context, the main objective of this study is to provide an overview of how consumers perceive products made from recycled materials, explore the factors influencing the purchase of such products, identify potential barriers to their adoption and formulate recommendations for future studies.

Keywords: textile industry, textile waste, sustainable development, recycling, circular economy, ethical fashion

В последние годы появилась новая тенденция – осознанное потребление и осознанное производство. Это идея о том, что потребители все больше осознают влияние своих покупок и предпочитают поддерживать бренды, которые соответствуют их ценностям. Рост осознанного потребления может оказать значительное влияние на индустрию моды, подтолкнув производителей к тому, чтобы стать более устойчивыми и этичными.

Внедрение экономики замкнутого цикла способствует осознанному потреблению за счёт уменьшения негативных последствий, вызванных чрезмерным производством и потреблением ресурсов. Поэтому крайне важно замкнуть круговой цикл за счёт повторного использования материалов и снижения потребления. Потребители играют решающую роль в экономике с замкнутым циклом, поскольку их выбор может либо поддерживать, либо препятствовать цикличности.

Приобрести товар из переработанных отходов — это не мгновенное потребительское решение. Потребитель проходит последовательность нескольких этапов, чтобы принять окончательное решение о покупке.

Для начала он знакомится с продуктом, изготовленным из переработанных материалов. Затем у него происходит когнитивный и эмоциональный процесс. Когнитивный процесс включает в себя познание и понимание особенностей продукта. Эмоциональный процесс включает в себя симпатию или антипатию к продукту и переживание любых вызванных положительными и/или отрицательными эмоциями. На основе этих параллельных

процессов формируется отношение потребителей к продуктам, изготовленным из переработанных материалов, и их предпочтения. На этом этапе формируются намерения приобрести продукты, изготовленные из переработанных материалов. Намерения совершить покупку могут привести к фактическому покупательскому поведению. В дополнение такие факторы как, индивидуальные различия, социокультурные факторы, демография, пол, возраст, доходы, влияют на вышеуказанные этапы. Для понимания потребительского восприятия и покупательского поведения был проведён опрос среди 110 потребителей от 18 до 50 лет среди жителей России, Европы и Средней Азии.

Недостаточная осведомлённость является одним из наиболее существенных препятствий для этичного потребления модной одежды. Результаты опроса показали, что уровень осведомлённости является низким. 35.5% опрошенных ответили, что продолжают покупать одежду у производителя, который абсолютно не придерживается экологических норм при производстве (Рис 1).

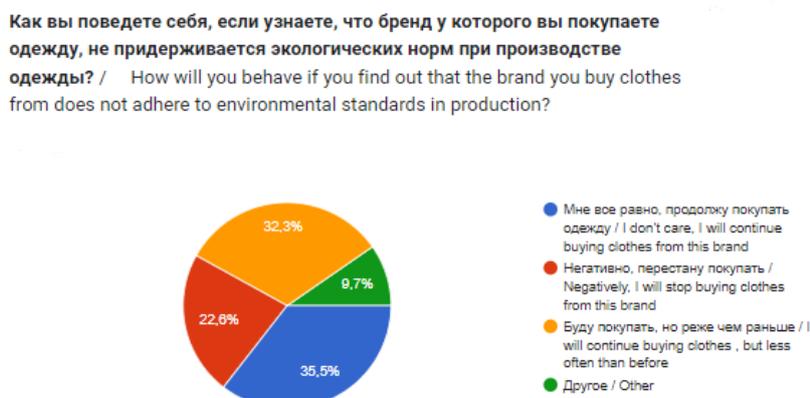


Рис. 1. Осведомлённость потребителей о важности экологичности продукта

Узнаваемость продуктов, изготовленных из переработанных материалов, отражается на внешнем виде продукции. Узнаваемость может быть достигнута за счёт особого рисунка или текстуры на изделии, а также за счет надписи на продукте или его упаковке. Без каких-либо узнаваемых элементов трудно определить, что продукт изготовлен из переработанных материалов. Потребители относят к экологически чистым материалам, например, изготовленные из переработанного пластика с более слабой интенсивностью цвета, довольно бесцветной матовой поверхностью, шероховатой текстурой и большим количеством крапинок. Узнаваемость особенно важна для текстильных изделий. В выборке 12.9 % участников воспринимали экомаркировку как отличительный признак, определяющий последующую реакцию потребителей на продукцию, изготовленную из переработанных материалов. При этом 29% отметили, что никогда не обращают внимание на информацию в этикетках (рис 2а), 29% потребителей никогда не сортируют отходы, 22.6% сортируют иногда (рис 2б).

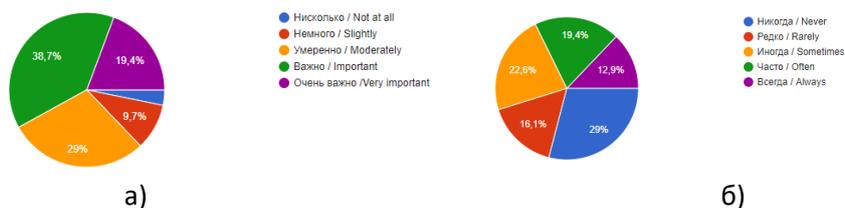


Рис. 2 (а,б). Значимость эко-лейблов для потребителей

Одной из практик ответственного потребления является открытие пунктов одежды напрокат и магазинов секонд-хенд. Согласно опросу, 74,2 % респондентов указали на готовность потреблять одежду из секонд-хенда (рис. 3а) и 58,1% отметили важность качества приобретаемого товара в секонд-хенде (рис. 3б).

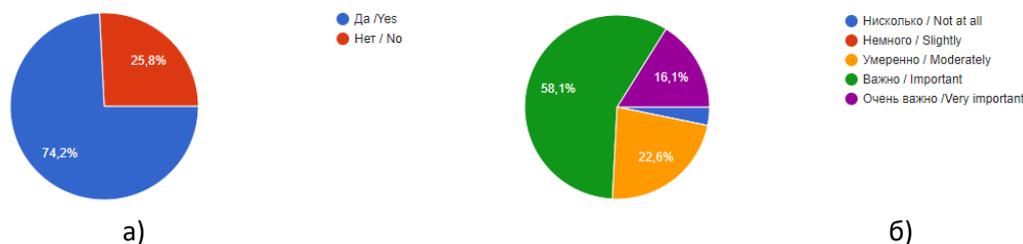


Рис. 3 (а,б) . Готовность потребителей приобретать бывшие в употреблении вещи

При этом потребители отметили, что препятствием для покупок одежды в магазинах секонд-хенд является их плохая презентация, качество и низкие гигиенические показатели. При покупке одежды в обычных бутиках и магазинах одежды респонденты отдают предпочтение качеству и цене. Экологичность продукта оказалась на последнем месте: только 40% опрошенных отметили важность экологичности товара.

Недорогая одежда и быстрая мода набирает обороты, поскольку потребители ценят доступность и быстрые сроки доставки. Однако в последнее время предпочтение меняется в пользу экологически чистой и этичной одежды.

Опрос выявил растущую приверженность устойчивому развитию. Около 45,2% потребителей считают, что комплекс таких этапов как дизайн, производство, логистика, утилизация продукта связаны с устойчивостью (рис 4а): 41,9% потребителей предпочли бы приобретать экологически чистый продукт (рис 4б). Такие показатели свидетельствуют о растущем понимании того, как выбор покупки влияет на общество.

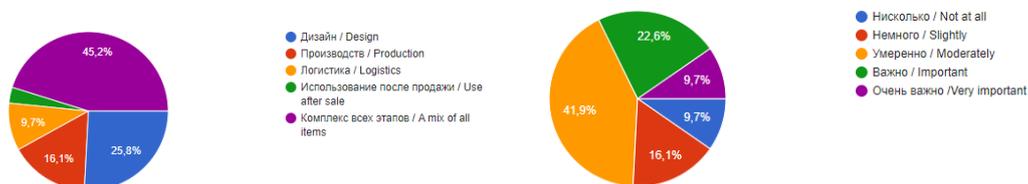


Рис. 4 (а,б). Этапы связанные с устойчивой модой по мнению потребителей

На сегодняшний день разрабатываются различные методы выхода к устойчивому развитию. Данная работа представляет собой постановку проблемы, анализ в области отношения современных потребителей к изделиям модной индустрии из переработанного сырья и требует дальнейших исследований. При разработке одежды дизайнерам необходимо учитывать не только классические элементы моды, но и создавать этичную одежду, которые будут удовлетворять потребностям рынка.

## ЛИТЕРАТУРА

- Иргашева, А. Ш. Перспективы внедрения систем замкнутого цикла в индустрии моды / А. Ш. Иргашева, Л. Л. Чагина, А. В. Трынова // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. – 2023. – № 3(405). – С. 5-14. – DOI 10.47367/0021-3497\_2023\_3\_5. – EDN GEGREW.
- Иргашева, А. Ш. Проблема осознанного потребления в индустрии моды / А. Ш. Иргашева, А. В. Трынова // Молодежь. Наука. Творчество : Материалы XX Всероссийской научно-

практической конференции, Омск, 15–17 ноября 2022 года. – Омск: Омский государственный технический университет, 2023. – С. 69-72. – EDN GHNННU.

3. Иргашева, А. Ш. Переработка отходов изделий джинсового ассортимента в контексте перехода к рациональным моделям производства и потребления / А. Ш. Иргашева, Л. Л. Чагина, А. А. Кузнецов // Инновации в текстиле, одежде, обуви (ИСТАИ-2023) : Материалы докладов международной научно-технической конференции, Витебск, 09–10 ноября 2023 года. – Витебск: Витебский государственный технологический университет, 2024. – С. 40-44. – EDN SZEQZD.

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОЦЕССА СУШКИ ПЛОТНЫХ ШЕРСТЯНЫХ СУКОННЫХ ТКАНЕЙ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

### IMPROVING THE TECHNOLOGY OF THE DRYING PROCESS OF DENSE WOOLEN CLOTH FABRICS FOR SPECIAL PURPOSES

М.В. Исаев<sup>1</sup>, М.К. Кошелева<sup>1</sup>, А.В. Шалунов<sup>2</sup>  
M.V. Isaev<sup>1</sup>, M.K. Kosheleva<sup>1</sup>, A.V. Shalunov<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство) (Москва)

<sup>2</sup>Бийский технологический институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»

<sup>1</sup>Kosygin Russian State University (Technology. Design. Art) (Moscow)

<sup>2</sup>Biysk Institute of Technology (branch) of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Altai State Technical University named after I.I. Polzunov»  
E-mail: isaev9mv@gmail.com, oxtpaxt@yandex.ru, shalunov@u-sonic.ru

Показана возможность сокращения продолжительности процесса сушки типовой плотной шерстяной суконной ткани специального назначения (сукно шинельное) при существенном понижении температуры сушильного агента за счёт интенсификации процесса ультразвуковым полем. При этом происходит повышение производительности, снижение тепловых выбросов в рабочей зоне и в окружающую среду, снижение расхода электроэнергии и водяного пара при сохранении качества материала. Получено положительное решение о выдаче патента «Способ сушки плотных суконных тканей с применением ультразвукового поля» от 17.06.2024 по заявке № 2023124488.

Ключевые слова: шерстяное сукно; сушка; кинетика; массопроводность; интенсификация; ультразвук; энергосбережение; техносферная безопасность.

The possibility of reducing the duration of the drying process of a typical dense woolen cloth for special purposes (overcoat cloth) with a significant decrease in the temperature of the drying agent due to the intensification of the process by an ultrasonic field is shown. At the same time, there is an increase in productivity, a reduction in thermal emissions in the work area and into the environment, a reduction in electricity and water vapor consumption while maintaining the quality of the material. A positive decision was received on the grant of a patent «Method for drying dense cloth fabrics using an ultrasonic field» dated 06/17/2024 under application № 2023124488.

Keywords: woolen cloth; drying; kinetics; mass conductivity; intensification; ultrasound; energy saving; technosphere safety.

Тепловая сушка, являясь составной частью многих технологий, относится к числу наиболее энергоёмких процессов. По данным Комитета РосСНИО по проблемам сушки затраты топливно-энергетических ресурсов на сушку составляют около 12% всех затрат энергии в промышленности и сельском хозяйстве, а в отделке тканей существенно больше. При этом конвективные сушильные установки преобладают в общем парке обезвоживающих устройств. Поэтому проблема повышения энергоэффективности в работе рассматривается применительно к конвективной сушке. В промышленных условиях на текстильных тонкосуконных фабриках сушка плотной шерстяной ткани, как правило, проводится в сушильно-ширильных (СШМ) и в сушильно-ширильных стабилизационных (СШСМ) машинах при температуре сушильного агента 110–145°C, что приводит к значительному расходу электроэнергии, увеличению тепловых выбросов в рабочей зоне и в окружающую среду. Анализ технологической, экологической и производственной безопасности на текстильных предприятиях показывает, что процесс сушки является не только одним из самых энергоёмких, но и травмоопасным процессом.

Объектом исследования является шерстяная суконная ткань специального назначения (сукно шинельное) [1], которая используется для специальных целей и для изготовления средств индивидуальной защиты - СИЗ: рукавицы суконные для защиты от повышенных температур ГОСТ 12.4.010-75, костюм мужской суконный для защиты от кислот ГОСТ 3 12.4.251-2013, костюм металлурга суконный для защиты от повышенных температур ГОСТ 12.4.045-87 и др.

Анализ материалов международных выставок и литературных источников показывает, что среди современных энергоэффективных способов интенсификации тепло-массообменных процессов, в том числе в технологии отделки тканей, наложение физических полей является перспективным. На основании сравнения эффективности и безопасности различных интенсификаторов, анализа задачи массообмена при сушке тканей выбрано ультразвуковое интенсифицирующее воздействие (УЗ).

Ультразвуковое воздействие является одним из самых эффективных способов интенсификации технологического процесса сушки различных, в том числе текстильных материалов. Анализ отечественных и зарубежных литературных источников показывает, что исследования процесса непрерывной сушки плоских волокнистых материалов, в том числе плотных шерстяных тканей с ультразвуковым воздействием для интенсификации процесса, практически не проводились [2-7].

Целью работы является повышение энергоэффективности и техноферной безопасности производства плотных шерстяных суконных тканей специального назначения для средств индивидуальной защиты посредством интенсификации энергоёмкого и опасного для техноферы процесса сушки, от которого во многом зависит качество готового материала. Для достижения цели было необходимо обосновать выбор способа интенсификации, провести экспериментальные исследования процесса непрерывной сушки при различных температурах и скоростях сушильного агента с использованием ультразвука для интенсификации на специальной модельной установке, установить рациональное сочетание теплового конвективного нагрева и ультразвукового воздействия на кинетику процесса сушки, провести сравнительный анализ режимных параметров. Аппроксимировать экспериментальные кинетические кривые, определить кинетические коэффициенты массопроводности.

Экспериментальные исследования процесса сушки проводились в центре ультразвуковых технологий Бийского технологического института на специально созданной модельной установке для изучения непрерывной акусто-конвективной сушки плоских текстильных материалов. Проведена большая серия опытов. Результаты анализа экспериментальных кривых кинетики сушки позволили определить, что наиболее эффективным для изученного объекта является комбинированное воздействие (ультразвуковое и тепловое) при температуре сушильного агента (воздуха) 80°C, что существенно ниже приведённых выше производственных температур. Скорость сушильного агента может составлять 6 м/с [8]. Таким образом, использование на данных сушилках непрерывного действия ультразвуковой интенсификации позволит снизить температуру процесса сушки до 80°C, сократить его продолжительность, что приведёт к более экономному расходу электроэнергии, снижению тепловых выбросов в рабочей зоне и в окружающую среду, что повысит экологическую и производственную безопасность.

Для расчёта кинетики сушки в результате аппроксимации экспериментальных данных по кинетике сушки типовой плотной шерстяной ткани получено уравнение:

$$U = U_0 * e^{-b\tau} \quad (1)$$

где:  $U_0$  – начальное влагосодержание ткани,  $U_0=0,76$  кг/кг;  $\tau$  – время в минутах;  $b$  – коэффициент, характеризующий скорость процесса сушки:

$$b = p_0 + p_1 Y + p_2 * t_c \quad (2)$$

Значение  $b$  зависит от температуры сушильного агента и наличия ультразвукового воздействия. При наличии УЗ  $Y=1$ , при отсутствии УЗ  $Y=0$ .  $t_c$  – температура сушильного агента в исследованном диапазоне. Значения коэффициентов:  $p_0= -0,01164$ ;  $p_1= -0,01298$ ;  $p_2=$

-0,0001675. Уравнение может применяться для оценки кинетики сушки разных тканей изученной группы.

На рисунке 1 представлены экспериментальные значения кинетики сушки и рассчитанные с использованием уравнения (1) кривые кинетики сушки при разных температурах и при наличии или отсутствии УЗ воздействия. По всем кривым кинетики сушки сумма квадратов отклонений опытных и расчётных данных не превышает 5,5%, что приемлемо для инженерных расчётов.

Полученные результаты существенно дополняют данные других исследований, связанные с изучением, обобщением и расчётом кинетики сушки, в том числе конвективной сушки полотенных материалов.

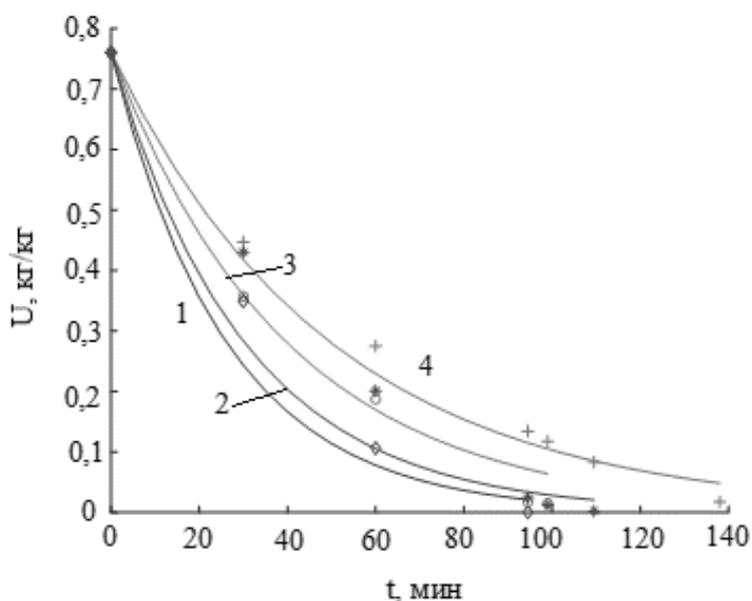


Рис. 1. Рассчитанные с использованием уравнения (1) кривые кинетики сушки при разных температурах и при наличии или отсутствии УЗ воздействия и экспериментальные значения  
**1** - УЗ, T = 80°C; **2** - T = 80°C; **3** - УЗ, T = 50°C; **4** - T = 50°C.

Наличие концентрационной зависимости важного кинетического коэффициента-коэффициента массопроводности при различных температурах сушильного агента позволяет во многих случаях осуществлять кинетический расчет и численное моделирование процесса сушки на основе математических моделей [9].

Накопление и систематизация данных по кинетике сушки и коэффициенту массопроводности для различных тканей расширяет практическое использование математических методов для расчета и анализа кинетики их сушки. Экспериментально обоснованные зависимости коэффициентов массопроводности от влагосодержания материала и температуры сушильного агента получены из кривых кинетики сушки и могут использоваться при прогнозировании кинетики конвективной сушки плотных шерстяных тканей.

Коэффициенты массопроводности  $k$  получены зональным методом [9-10] на основе экспериментальных кинетических кривых сушки. Получена функциональная зависимость  $k$  от влагосодержания ткани ( $u$ ) и от температуры сушки ( $t_c$ ):

$$K(u, t_c) = 0.04125 \cdot \exp(0.01834 \cdot t_c + 1.246 \cdot u) + 0.01114 \quad (3)$$

Сумма квадратов отклонений расчетных данных от опытных составила  $<0.01$  для нормированных значений, следовательно, рассчитанные по уравнению (3) кинетические коэффициенты массопроводности могут использоваться для кинетических расчётов тканей рассмотренной группы.

Полученные результаты можно использовать для анализа и расчёта кинетики конвективной сушки плотных шерстяных тканей, с учётом экспериментально обоснованной зависимости влагосодержания материала от температуры сушильного агента и наличия интенсифицирующего ультразвукового воздействия, прогнозировать кинетику конвективной сушки плотных шерстяных тканей.

Получено положительное решение о выдаче патента «Способ сушки плотных суконных тканей с применением ультразвукового поля» от 17.06.2024 по заявке № 2023124488 [11]. Технический результат достигается за счет того, что сушка суконной шерстяной ткани плотностью 760 – 800 г/м<sup>2</sup> проводится при ультразвуковом воздействии десяти источников ультразвука с частотой ультразвукового колебания 20 кГц и амплитудой колебаний рабочего инструмента  $\geq 70$  мкм, с одновременной противоточной подачей со скоростью 6 м/с горячего воздуха, нагретого до температуры 80°C.

Интенсификация процесса сушки позволит повысить производственную и экологическую безопасность производства изученного объекта сушки. Для безопасности применения ультразвука в качестве интенсификатора, необходимо соблюдать требования к охране труда при использовании физических полей. Важную роль играет выбор параметров ультразвукового воздействия, что реализовано в работе. Проведённый предварительный экономический анализ показывает, что при внедрении ультразвуковых аппаратов в сушильно-ширильную машину будет происходить уменьшение затрачиваемой электрической энергии, сократятся расходы тепла для нагревания воздуха за счёт понижения температуры сушильного агента. При использовании десяти ультразвуковых излучателей время процесса сушки в реальной сушилке сократится на 65-70%, производительность средней фабрики увеличится, например, с 150000 до 225000 погонных метров в год.

Показано, что при интенсификации процесса в соответствии с запатентованным способом снижаются затраты энергии, водяного пара, уменьшаются тепловые выбросы, негативный вклад в образование карбонового следа, улучшаются параметры микроклимата в рабочей зоне и др. В результате математической обработки экспериментальных данных получены уравнения, позволяющие прогнозировать эффективность процесса сушки при различных режимных параметрах процесса.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 27542-87 Ткани суконные чистошерстяные и полusherстяные ведомственного назначения. Дата введения 1989-01-01 / Изд. официальное. – Москва : ИПК Издательство стандартов, 1987. – 12 с.
2. Сажин Б.С., Кошелева М.К., Сажина М.Б. Процессы сушки и промывки текстильных материалов. – М.: МГУДТ, 2013. – 301 с.
3. M. Kosheleva, A. Shalunov, O. Dornyak, M. Isaev, S. Terentiev Kinetics of contact ultrasonic drying of thick woolen fabric. E3S Web of Conf. V. 389. Art. N. 01008. (2023). DOI: 10.1051/e3sconf/202338901008.
4. Хмелев В.Н., Нестеров В.А., Кошелева М.К., Генне Д.В., Тertiшников П.П. Разработка экспериментального стенда для исследования непрерывной конвективной сушки текстильных материалов при контактном ультразвуковом воздействии. Промышленные процессы и технологии. 2022. Т. 2. № 2. С. 64-76. [https://doi.org/10.37816/2713-0789-2022-2-2\(4\)-64-76](https://doi.org/10.37816/2713-0789-2022-2-2(4)-64-76).
5. Гуляев Ю.В., Белгородский В.С., Кошелева М.К. Обзор материалов симпозиума "Вторые международные Косыгинские чтения "Энергоресурсоэффективные экологически безопасные технологии и оборудование", приуроченные к 100-летию РГУ имени А.Н. Косыгина" Теоретические основы химической технологии. 2020. Т. 54. № 3. С. 392-396. DOI: 10.31857/S0040357120030057.
6. Павлюкевич Н. В. Введение в теорию тепло- и массопереноса в пористых средах / Н.В. Павлюкевич; Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т тепло- и массообмена им. А.В. Лыкова. — Минск : Ин-т тепло- массообмена, 2002. — 140 с. ил.; 20. — ISBN 985-6456-31-2.

7. Акулич П. В. Термогидродинамические процессы в технике сушки / П.В. Акулич; Под ред. д.т.н. П.С. Куца, Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т тепло- и массообмена им. А.В. Лыкова. — Минск : Ин-т тепло- и массообмена, 2002. — 267 с. ил.; 20. — ISBN 985-6456-27-4.
8. Исаев М.В. Повышение эффективности процесса конвективной сушки плотных шерстяных тканей / М.В. Исаев, М.К. Кошелева, А.В. Шалунов // Тезисы докладов Всероссийской школы-конференции молодых ученых «ДНИ НАУКИ В ИГХТУ», 24-28 апреля 2023 года. - Иваново, Ивановский государственный химико–технологический университет, 2023. – С. 419.
9. Рудобашта С.П., Карташов Э.М. Диффузия в химико-технологических процессах. Изд. 2-е, перераб. и доп. М.: КолосС, 2013. 478 с.
10. Kosheleva M.K., Rudobashta S.P., Dornyak O.R., Dmitriev V.M. Mass conductivity of flat fibrous materials during their convective drying. ChemChemTech [Izv. Vyssh. Uchebn. Zaved. Khim. Khim. Tekhnol.]. 2023. V. 66. N 1. P. 120-125. DOI: 10.6060/ivkkt.20236601.6683.
11. Заявка 2023124488, 22.09.2023, Российская Федерация. Способ сушки плотных суконных тканей с применением ультразвукового поля / Кошелева М.К., Шалунов А.В., Исаев М.В., Новикова Т.А.; заявитель ФГБОУ ВО «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)», приоритет от 22.09.2023.

## ОЦЕНКА ТРЕБОВАНИЙ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫХ К ПЛЕТЁНЫМ ИЗДЕЛИЯМ

### ASSESSMENT OF REQUIREMENTS FOR WICKER PRODUCTS

В.В. Казначеев, Е.Н. Власова  
V.V. Kaznachejev, E.N. Vlasova

Ивановский государственный политехнический университет  
Ivanovo state polytechnic university  
E-mail: vlad@wolf5.ru, vlasovaen-ivanovo@mail.ru

**В работе приведен алгоритм оценки значимости требований, предъявляемых к плетёным изделиям. Объектом исследования являются технические шнуры. Проведена оценка требований методом априорного ранжирования.**

**Ключевые слова:** плетеные изделия, технические шнуры, потребительские требования, априорное ранжирование.

**The paper presents an algorithm for assessing the significance of the requirements for wicker products. The object of the study is technical laces. The requirements were assessed using the a priori ranking method.**

**Key words:** wicker products, technical laces, consumer requirements, a priori ranking.

Базой выполнения исследования является предприятие «Ивановская текстильно-галантерейная фабрика». История фабрики началась в 1931 году как артель «Перемотка пряжи». Предприятие является одним из старейших в России по указанному профилю.

С 1960 года фабрика ориентировалась на выпуск полуфабрикатов и фурнитуры для швейной промышленности. На протяжении ряда последних лет произошла интеграция нескольких текстильных предприятий в структуру ОАО «Ивановская текстильно-галантерейная фабрика». Высокий уровень оснащения производства и системы управления позволили выпускать широкий спектр профильной продукции: двойного, авиационно-космического, специального назначения.

На сегодняшний день формирование качественных показателей готовой продукции производится на следующих участках производства:

- цех по производству и перемотки нитей, его работа полностью автоматизирована;
- отделочный цех, где нити промывают и сушат, опускают в ванну со специальным раствором;
- красильный цех, в нем управление процессом осуществляется при помощи компьютера, на котором программируется весь процесс окраски, полностью расписаны все контролируемые и возможные технологические параметры машин;
- ткацкий цех, в котором производятся ленты технического назначения (киперная, тафтяная, погонная, кант), а также специального назначения, используемые для пошива военных изделий, в т.ч. парашютов;
- цех по производству грузовых строп в суровом виде.

«Ивановская текстильно-галантерейная фабрика» выпускает достаточно широкий ассортимент продукции (табл. 1).

## Классификация ассортимента предприятия

Виды	Разновидности	Наименования
Ленты	специальные	капроновые, хлопчатобумажные, из нитей СВМ, полифеновые, для амортизаторов, комплектовочные, кабельные тканые
	хлопчатобумажные	киперные, тафтяные, миткалевые, ушковые, крашеные
	ременные	легкие двухслойные, тяжелые, тяжелые капроновые суровые, тяжелые полукапроновые, тяжелые капроновые
	отделочные	декоративные, подарочные, бельевые
	эластичные	цветные, белые
	канты ПЭ	белые, сиреневые, вишневые, синие, красные, желтые, оливковые, бежевые, зеленые, оранжевые, бордовые, розовые, сине-желтые, персик-белые, сине-белые, желто-зеленые, красно-зеленые, сиреневые, вишневые
	для погон	для Минобороны, МВД, СК РФ, УФСИН и другие
	для парадных поясов (ремней)	лицевые, дублированные, подкладочные, под блочки
	для ремней полевых	для любителей активного отдыха, охотников, рыбаков, туристов и профессионалов в области тактического снаряжения
	для строп	текстильных строп, стяжных ремней, страховочных ремней, технических лент
	прочие	лента триколор, прочие ленты (ПА, ПЭ, тканые корсажные и брючные)
	георгиевская	для праздничных мероприятий
камуфляжные	для профессиональных военных, охотников, любителей военно-тактических игр	
Шнуры	шнурки-чулки технические	хлопчатобумажные, полиэфирные, хлопчатобумажные с биостойкой фунгицидно-бактерицидной пропиткой
	бытовые	шторные, абажурные, хозяйственные, мебельные, упаковочные и другие
Нити	специальные	капроновые, капроновые с противоожигаемой пропиткой, капроновые крашеные, капроновые крашеные с противоожигаемой пропиткой
	простые	капроновые обувные
	швейные капроновые крученые	с разной структурой и толщиной
	швейные лавсановые	простые нитки, нитки с низким тепловым сжатием, нитки с улучшенными свойствами удлинения, с антистатическим покрытием, с покрытием от УФ-излучения
	мешкозашивочные	для табачной, пищевой и других отраслей

В настоящее время большое внимание уделяется текстильным изделиям бытового и технического назначения, таким, как шнуроплетеные изделия, которые находят широкое применение в различных отраслях промышленности. Шнуроплетеные изделия используются в спортивной и комфортной одежде при занятии активным отдыхом и туризмом, в рыболовстве, в технике, в обувной промышленности и быту. Сегодняшние требования потребителя к шнуроплетеным изделиям, обеспечивающим безопасность, практичность, комфортность, увеличение срока эксплуатации и улучшение качества, создают предпосылки для производства новых видов изделий.

В комфортной одежде для спорта, отдыха и туризма основным назначением шнуроплетеных изделий является обеспечение безопасных и комфортных условий,

сохранение нормального функционального состояния, работоспособности и свободы движения человека.

Современное производство шнурков для обуви спортивного и повседневного назначения может стать основой для прибыльного бизнеса. Еще совсем недавно шнурки для обуви делались из хлопка, пенька и кожи. Однако в эпоху мощного развития процессов по изготовлению полимерных материалов, производство шнурков из синтетического сырья является самым выгодным.

Сегодня полые (без наполнителя) шнуроплетеные изделия, наработанные из полиамидных (ПА) нитей, отвечают требованиям комфортной одежды: они быстро развязываются в узле бантика шнура. Это объясняется тем, что поверхность этих изделий - гладкая, скользкая, с низким коэффициентом трения и низкой растяжимостью, что не способствует удержанию узла бантика шнура, этот недостаток уменьшает сферу применения шнуроплетеных изделий, наработанных из ПА нитей без сердечника или наполнителя.

Метод априорного ранжирования используется на стадии предварительного изучения объекта исследования, когда из большого количества факторов, оказывающих влияние на выходной параметр, необходимо выделить наиболее важные.

Для исследования был выбран полиэфирный шнур, выработанный на шнуроплетельной машине.

Задачами исследования являются: определить список факторов, влияющих на выходной параметр; выполнить обработку данных, полученных в результате опроса специалистов - экспертов; произвести математическую обработку результатов ранжирования и отбор наиболее значимых факторов процесса; построить диаграмму рангов факторов.

Выходным параметром в данном исследовании являются требования, предъявляемые потребителями к плетёным изделиям (шнурам).

В качестве выходных параметров выбраны:  $X_1$  - удлинение,  $X_2$  - химическая стойкость готового изделия,  $X_3$  - прочность,  $X_4$  - распускаемость шнурков и  $X_5$  - их сырьевой состав.

Данные характеристики шнуров были выбраны на основе предварительного опроса специалистов предприятия и затем проранжированы с помощью 5 экспертов (табл. 2) [1].

Самому важному показателю выставлялся ранг 1, наименее важному - 5. Общая таблица использована для определения согласованности мнений экспертов (коэффициента конкордации). Согласованность мнений экспертов составила  $W=0,51$ . Была выдвинута гипотеза о связи между мнениями экспертов. Так как число показателей менее 7, то проверялась значимость коэффициента конкордации по критерию Фишера. Его фактическое значение составило  $F_R = 4,2$ , а табличное  $F_t = 3,01$ . Так как  $F_R > F_t$ , то гипотеза о наличии согласованности между мнениями экспертов принимается [2].

Таблица 2

Ранжирование показателей обувных шнуров

Номер эксперта	Оценки показателей					Отклонение
	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$	
1	3	4	2	5	1	0
2	4	2	3	5	1	0
3	4	5	1	2	3	0
4	1	3	2	4	1	0
5	3	5	2	4	1	0
$R_i$	15	19	10	20	7	71
$\Delta_i$	0,8	4,8	-4,2	5,8	-7,2	-
$(\Delta_i)^2$	0,64	23,04	17,64	33,64	51,84	$S=126,8$

Технологические свойства характеризуют способность изделий подвергаться обработке в процессе их производства и использования в быту.

Удлинение характеризует величину прироста длины изделия в процессе его эксплуатации, то есть, насколько сильно будет удлиняться и растягиваться обувной шнурок.

Химическая стойкость показывает, насколько изделие способно сопротивляться агрессивной химической среде, к примеру, химическому реагенту, посыпаемому на дороги против льда.

Прочность характеризует, насколько долго будет служить готовое изделие, а распускаемость - будет ли изделие распускаться в процессе эксплуатации.

Сырьевой состав - из каких нитей или пряжи были сплетены шнурки [3].

По данным табл. 2 построена диаграмма рангов показателей качества шнуров (рис. 1).

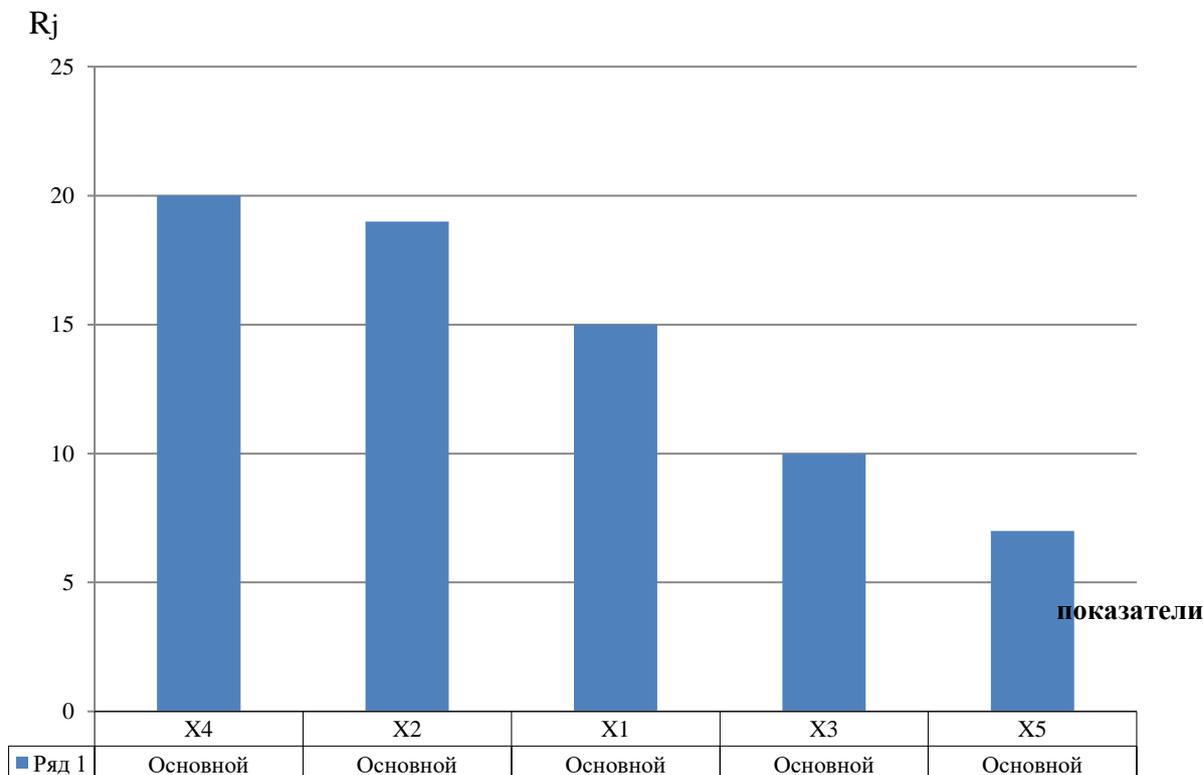


Рис. 1. Диаграмма рангов показателей качества шнуров

При помощи априорного ранжирования факторов было выявлено, какие свойства предъявляются экспертами к шнуроплетённым изделиям (обувным шнуром). После обработки данных и на основе рис. 1 установлено, что из свойств: удлинение, химическая стойкость, прочность, распускаемость и сырьевой состав [4]. Наибольшее влияние на качество обувных шнурков по мнению экспертов оказывает сырьевой состав ( $X_5 = 7$ ), а наименьшее - распускаемость ( $X_4 = 20$ ).

Таким образом, в данной работе приведен алгоритм оценки значимости требований, предъявляемых к плетённым изделиям. Методику можно использовать для дальнейшего определения уровня потребительских свойств конкретных артикулов шнуров, выпускаемых предприятием.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Зонова Л.Н., Михайлова Л.В., Власова Е.Н. Теоретические основы товароведения и экспертизы: Учебное пособие. - М.: Изд.-торг.корп. «Дашков и К», 2015. – 192 с.
2. Соловьев А.Н., Кирюхин С.М. Оценка качества и стандартизация текстильных материалов. –М.: Легкая индустрия, 1974. -248 с.
3. Дзахмишева И.Ш. Товароведение и экспертиза швейных, трикотажных и текстильных товаров: учебное пособие / И. Ш. Дзахмишева, С. И. Бадаева, М. В. Блиева, Р. М. Алагирова. — 7-е изд., стер. — М.: Дашков и К°, 2020. - 344 с.

4. Власова Е.Н. Выявление показателей качества и определение конкурентоспособности тканей для изделий домашнего текстиля / Известия вузов. Технология текстильной промышленности. – 2016. - №2. – С. 38-42.

## ПРОБЛЕМА ТРАДИЦИЙ РУССКОГО СТИЛЯ В СОВРЕМЕННОМ ТЕКСТИЛЕ И КОСТЮМЕ

### THE ISSUE OF RUSSIAN STYLE TRADITIONS IN MODERN TEXTILES AND CLOTHES

А.Н. Карапапас, Т.Л. Щербакова  
A.N. Karapapas, T.L. Shcherbakova

Ивановский государственный политехнический университет  
Ivanovo State Polytechnical University  
E-mail: karapapasantonina@yandex.ru, dvaoblaka@yandex.ru

Исследуется проблема современной интерпретации русского стиля, обращения к традиции в создании коллекции одежды. Представлен опыт создания коллекции и авторской ткани с применением технологии традиционной ручной набойки. В основе концепции коллекции лежит обращение как к особенностям кроя и силуэта традиционного русского костюма, так и мотивам традиционного рисунка ивановских тканей XVII-XVIII веков.

**Ключевые слова:** русская традиция, русский традиционный костюм, ручная набойка, коллекция костюма

The issue of modern interpretation of the Russian style, the appeal to tradition in creating a collection of clothes is explored. The experience of creating a collection and an author's fabric using traditional hand block printing technology is presented. The concept of the collection is based on an appeal to both the features of the cut and the shadow of the traditional Russian clothe, as well as the the fragments of the traditional pattern of Ivanovo fabrics of the XVII-XVIII centuries.

**Keywords:** Russian tradition, Russian traditional clothes, hand block printing, clothing collection

Ценность прошлого как опыта предшествующих поколений в каждой культуре и значимость традиции в ней задает во многом направление развития современного общества. «Проблема преемственности и отбора пересекается в этом случае с проблемой целей и иерархии ценностей каждой культуры или группы и, в более широком значении, с проблемами культурной самоидентификации»[1, с.3]. В основе современного подхода к традиции лежит понимание ее как явления динамичного, где она является одним из элементов преемственной связи между различными стадиями развития культуры.

Ассоциирование себя с той или иной традицией, становится фактором, который составляет основу обретения культурной идентичности и определяет ее. При широчайшей возможности доступа к культурным традициям всех предшествующих эпох проблема идентичности во многом приобретает значение проблемы выбора одного из множества вариантов прошлого, традиции, с которой субъект себя отождествляет.

На моду, как и на все культурные сферы, оказывают влияние два противоположных вектора: процессы глобализации и локализации. Одно из направлений, действия этих векторов – глобализация, выражено в процессах культурной унификации и размывании межкультурных границ. Противоположное ему направление -локализация, направлено на сохранение культурной идентичности, и важнейшая роль здесь отводится традиции.

Актуальность темы русской традиции в различных культурных сферах, является одним из трендов сегодня, направленном на поиск основ собственной идентичности. И в связи с этим возникает проблема отбора элементов прошлого, оценивание и интерпретации элементов наследия, в рамках которого традиция не является просто данностью, или копированием прошлого, а включает лишь воспринятую и актуализированную часть русского национального наследия [2, с.58].

В последние десятилетия наблюдается возрождение интереса к историческим мотивам, что позволяет создать уникальные коллекции, подчеркивающие богатство и

разнообразие русской культуры. Дизайнеры, такие как Алена Ахмадулина и Ульяна Сергеенко, используют элементы русской классики, переосмысляя их в контексте современности. Русский культурный код также выражается и в экологичности, отражая трепетное отношение к природе, лежащее в основе многих славянских традиций [3]. В результате, мода становится не просто способом самовыражения, но и носителем глубоких смыслов, связывая прошлое и настоящее, традиции и инновации.

Русский народный костюм невероятно многогранен. Его можно изучать как летопись, узнавать и реконструировать жизнь и быт наших предков. В каждом выбранном орнаменте, в каждой форме и цвете скрыт особый сакральный смысл. В этом и таится особая ценность русского народного костюма - чем больше погружаешься в исследование его корней, тем больше познаешь себя...

В основе концепция проекта лежит проблема современной интерпретации русских и, в частности, ивановских текстильных традиций, создание коллекции современного костюма на основе образов русского традиционного костюма, а также обращение к традициям ивановского текстильного рисунка и самому древнему способу получения рисунка на ткани - ручной набойке.

Работа над проектом развивалась в двух основных направлениях: создании авторских принтов, выполненных в старинной технике ручной набойки и разработке коллекции женской одежды по мотивам русского традиционного костюма. Созданные принты не являются копиями какого-либо из исторических образцов, это авторские раппортные композиции, созданные на основе традиционного растительного принта XVII- XVIII вв. Одним из достоинств проекта, в частности женской коллекции одежды, является адаптация темы традиционного русского костюма к современным модным тенденциям.

Коллекция построена на принципах многослойности и функциональности, свойственных традиционному костюму. Тема традиций прослеживается и в актуальной сегодня тенденции экологичности - для создания изделий используются исключительно натуральные материалы: хлопок и лен. Цветовая гамма, построенная на натуральных оттенках неотбеленного льна и яркого алого цвета, также уходит корнями в колористические традиции русского костюма. Одновременно в дизайне присутствуют современные черты: наличие асимметрии, современных силуэтов. В данном проекте впервые воплощается тема обращения к традиционному текстильному ивановскому рисунку с использованием аутентичной технологии печати, что также помогает передать визуальный образ старинных тканей [4, с.103].

Силуэт костюма строится на прямоугольной и трапециевидной форме, что является отсылкой к русскому традиционному крою. Также в коллекции применяется такой, характерный для традиционного русского костюма прием как многослойность. Примерами этого можно назвать присутствующие в образе два корсета, надеваемые поверх рубашки. Нижний корсет выполнен из белой стеганной льняной ткани с применением утеплителя, верхний в свою очередь - из гладкокрашеного красного льна. Такой прием позволяет подчеркнуть различие фактур изделий и актуализирует традиционный принцип многослойного русского костюма (рис.1).

Еще один яркий современный атрибут - красный корсет - дополняет следующий образ. Ассиметричная рубашка с одним рукавом из полосатой ткани с насыщенным набивным цветочным рисунком, выполненным поверх натурального хлопкового кружева, стала акцентом созданной модели.



Рис .1. Образ со стеганой юбкой, рубашкой с набивным рисунком по кружеву и двумя корсетами

Контраст фактуры набивного рисунка создает съёмный ассиметричный воротничок, изготовленный из светло-серого льна (рис.2).



Рис.2 Образ со стеганой юбкой, ассиметричной рубашкой и красным корсетом

Интересный прием переплетения современности и традиций присутствует в следующем образе. На брюки современного кроя нашито традиционное хлопковое кружево натуральных оттенков молочного и светло-коричневого цветов, помимо этого ткань обогащена набитыми растительными мотивами при помощи метода традиционной русской набойки. Благодаря подобному симбиозу и смешению трендов настоящих и трендов некогда забытых, создается уникальный неповторимый образ, соответствующим главным современным модным тенденциям (рис.3).



Рис. 3. Образ с набивным рисунком по кружеву и воланам

Акцентом коллекции являются центральные модели в которых используются большие воланы объёмной формы. Их сочетание с фактурой стеганной гладкокрашеной красной ткани позволяет подчеркнуть контраст материалов и изящность ручной набивного рисунка, выполненного на кружеве.

Отличительной чертой коллекции является разработка совершенно нового способа применения набойки на ткани. Сочетание ручной набойки и кружева как основы для печати позволило создать уникальную неповторимую фактуру (рис.4).

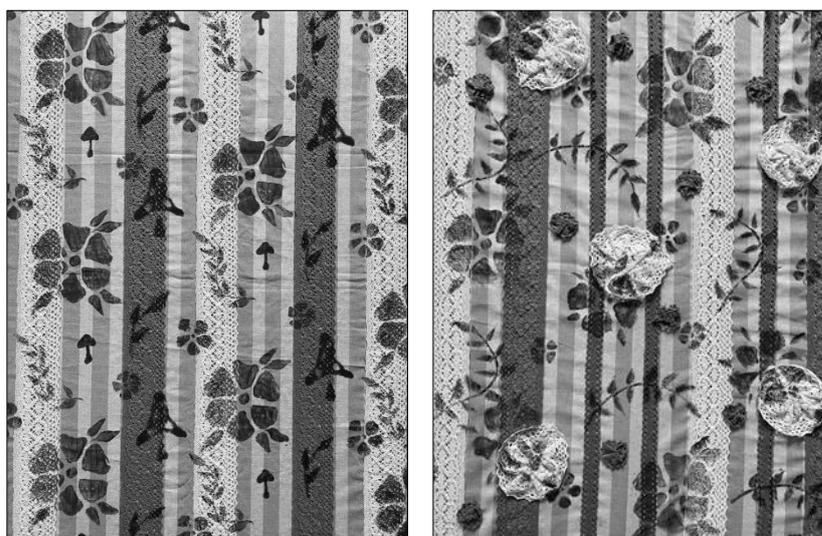


Рис. 4. Авторские набивные ткани

За основу кроков был взят традиционный природный цветочный рисунок. В ходе выполнения проекта рассматривались доминирующие принципы и элементы традиционного растительного рисунка в одежде. Основной акцент сделан на разработке авторского мотива и метода его использования, который в свою очередь соответствует современным модным тенденциям, включает в себя актуальную современную цветовую гамму и фактуру. В основе рисунка - растительные мотивы, силуэты различных элементов флоры. Одной из задач являлась авторская интерпретация традиционного ивановского цветочного принта. Мотивы рисунка печатались по отдельности вручную, с помощью набойки- старинной русской технологии XVII-XVIII века. Одним из авторских приемов является использование набойки по ткани с рисунком в полоску, которая дополнительно была обогащена фактурой нашитого на нее хлопкового кружева натуральных естественных оттенков. Этот прием позволил

получить богатую фактуру. В композиции использовались крупномасштабные и мелкомасштабные растительные мотивы.

При выполнении практической части, уделялось много времени и внимания подбору цветовой гаммы, разработке авторского растительного мотива для набивного рисунка, поэтому коллекция не только соответствует традиционным принципам, но и удовлетворяет запросам и интересам современного потребителя. Сочетание гладкокрашенных и набивных тканей, стеганых изделий и кружева обогащает проект и придает ему уникальность.

Коллекция рассчитана на потребителей, поддерживающих тренд на экологичность и единение с природой, ключевые ценности которых - индивидуальность, неповторимость, уникальность. Также она имеет прямые отсылки к русской культуре и народным мотивам, ярко отражает русскую эстетику и культурный код традиционного русского творчества. Именно поэтому данные изделия можно предложить разным возрастным категориям, которые с трепетом относятся к русским традициям и истории нашей Родины.

Поскольку нанесение рисунка выполняется вручную каждое изделие уникально и неповторимо, что может заинтересовать коллекционеров или женщин, желающих носить вещи, созданные в единственном экземпляре.

Одна из главных задач проекта заключалась в поиске нового воплощения традиции, ее новой жизни в современной реальности. Коллекция позволяет переосмыслить традиционную историческую технологию ручного набивного рисунка, предлагает ее новые трактовки и включение новых образов и техник. Кроме того, изучение, возрождение и актуализация национальных русских ремесел вносит весомый вклад в воспитание и становление подрастающего поколения, ведь без знания истории и традиций России невозможно воспитание патриотичной молодежи, горячо любящей свою Родину. Возрождение старинных технологий ручной печати позволяет популяризировать и актуализировать традиционные русские ремесла среди подрастающего поколения и молодежи. Обращение же к теме традиционного костюма в современном дизайне направлено на актуализацию традиционных ценностей чистоты и целомудренности, через обращение к традиционному женскому образу.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Щербакова Т. Л. Динамика традиции и новации в формировании орнаментальной композиции ивановских тканей. Автореф. дис. канд. культурологии. – Иваново. 2022. – 27 с.
2. Щербакова Т. Л. Динамика традиции и новации в формировании орнаментальной композиции ивановских тканей: дис. ... канд. культурологии. – Иваново. 2022. – 158 с.
3. Карапапас А. Н. Щербакова Т. Л. Традиционная русская набойка в дизайне современного костюма/А. Н. Карапапас, Т. Л. Щербакова// тез. докл. XXV международного научно-практического форума «Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоемкие технологии и материалы (SMARTEX-2023)»: матер.форума, 12-14 октября 2023года. – Иваново: ИВГПУ, 2021. С. 103-106.
4. Форсайт цветов и принтов. Новые тенденции и драйверы изменений – URL: <https://materialcenter.ru/trends/forsayt-tsvetov-i-printov-novyie-tendentsii-i-drayvery-izmeneniy/?tb=27221974f025f745d72b5ad7f1b45d24> (Дата обращения: 06.06.2024)
5. Козлова, Н. Б. Магия Русского Стиля / Н. Б. Козлова. Москва: Московские учебники, 2008 — 500 с.
6. Пармон, Ф. М. Русский народный костюм как художественно-конструкторский источник творчества / Ф. М. Пармон: Легпромбытиздат, 1994 — 272 с.

**ВЛИЯНИЕ ВИДА ПОДЛОЖКИ НА СТРУКТУРУ НАНОВОЛОКНИСТЫХ  
ГЕМОСТАТИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ, ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ  
ЭЛЕКТРОФОРМОВАНИЯ**

**INFLUENCE OF THE TYPE OF SUBSTRATE ON THE STRUCTURE OF NANOWEAR HEMOSTATIC COATINGS OBTAINED BY ELECTROSPINNING**

М.С. Карнилов, Д.Б. Рыклин  
M.S. Karnilov, D.B. Ryklin

Витебский государственный технологический университет (Республика Беларусь)  
Vitebsk State Technological University (Republic of Belarus)  
E-mail: [aphamiha@mail.ru](mailto:aphamiha@mail.ru), [ryklin-db@mail.ru](mailto:ryklin-db@mail.ru)

**Исследован технологический процесс получения материалов с гемостатическими нановолокнистыми покрытиями, получаемыми методом электроформования. Определено влияние вида подложки на рациональные режимы процесса электроформования и морфологию получаемых нановолокон.**

**Ключевые слова:** электроформование, нановолокно, гемостатический, поливиниловый спирт, коллаген, пергаментная бумага.

**The technological process of obtaining materials with hemostatic nanofibrous coatings obtained by electrospinning methods was studied. The influence of the type of substrate on the rational modes of the electrospinning process and the morphology of the resulting nanoconons was determined.**

**Key words:** electrospinning, nanofiber, hemostatic, polyvinyl alcohol, collagen, parchment paper.

Электроформование – это способ получения полимерных волокон в результате действия электростатических сил на электрически заряженную струю полимерного раствора или расплава.

В настоящее время электроформование является эффективным и доступным, гибким методом получения микро- и нановолокон для разнообразных областей применения, включая биотехнологию, доставку лекарств, заживление ран, тканевую инженерию, микроэлектронику, защиту окружающей среды, сбор и хранение энергии [1]. Интерес к производству электроформованных нетканых нановолокнистых материалов, покрытий и структур повышается, что связано с их уникальными свойствами.

Среди факторов процесса электроформования, оказывающих влияние на структуру и морфологию получаемых нановолокон выделяют разность потенциалов в межэлектродном пространстве, расход прядильного раствора или скорость волокнообразования, расстояние от эмиттера до коллектора и вид коллектора, а также состав прядильного раствора [2]. От структуры и морфологии нановолокна напрямую зависят его свойства, такие как плотность, паропроницаемость, растворимость.

Также немаловажным фактором, оказывающим влияние на используемые режимы при получении материала, является вид используемой подложки.

Ранее была разработана технология получения гемостатического материала на основе поливинилового спирта (ПВС), хлорида алюминия и хлорида железа методом электроформования [3]. Данный материал обладал достаточным гемостатическим эффектом, полностью растворялся в организме. При анализе результатов его практической апробации возникло предложение о разработке нового двухслойного материала, один из слоев которого будет растворяться быстро, обеспечивая необходимый гемостатический эффект, а второй будет медленно биodeградировать, устраняя возможность образования спаек. В связи с этим было предложено наносить нановолокнистое покрытие на подложку из биodeградирующего материала.

Для установления зависимости рационального режима процесса электроформования от используемой подложки, был проведен эксперимент с применением следующих видов подложек: силиконизированная пергаментная бумага, коллагеновая пленка, плёнка из поливинилового спирта с добавлением глицерина и желатина, плёнка на основе поливинилового спирта. Последний из вариантов подложки разработан в ИОНХ НАН Беларуси на основе водного раствора, содержащего 2,5 % ПВС и 2,5 % Na-карбоксиметилцеллюзы. В качестве пластификаторов использовались глицерин 0,02 % раствор гиалуроновой кислоты.

Пергаментная силиконизированная бумага выступала в качестве контрольного образца подложки, так как ранее на ней удавалось получить большинство материалов из различных прядильных растворов на предыдущих этапах исследований.

В качестве волокнообразующего полимера выступал поливиниловый спирт. ПВС широко используется в медицине, поскольку нетоксичен, активизирует процессы проникновения и всасывания лекарственных средств через слизистые оболочки и кожу, а также имеет низкую стоимость. Таргет-компонентом лекарственного назначения, добавленным в нановолокно, стал глицерин, поскольку он выступает в роли антисептика при комплексном лечении многих заболеваний, способствует заживлению ран, препятствует заражению и гноению.

В рамках исследования были наработаны образцы материалов с нановолокнистыми покрытиями из водного раствора, содержащего из 9 % ПВС и 0,9 % хлорида алюминия, который обеспечивает гемостатический эффект. Рациональные режимы процесса электроформования представлены в таблице.

Таблица 1.

Рациональные режимы процесса электроформования опытных образцов

Наименование параметра	Образец 1	Образец 2	Образец 3	Образец 4
Расход, мл/ч	1,7	1,7	1,8	1,8
Расстояние между эмиттером и коллектором, см	10	10	10	10
Потенциал эмиттера, кВ	23	27	27	28
Потенциал коллектора, кВ	-5	-6	-7	-6
Материал подложки	Пергаментная бумага	Коллагеновая пленка	Пленка на основе ПВС с добавлением глицерина и желатина	Пленка на основе ПВС

Для анализа структуры полученных образцов использован метод сканирующей электронной микроскопии с помощью микроскопа LEO 1420 (Carl Zeiss, Германия). Изображения поверхности нановолокнистых материалов приведены на рисунках 1 – 4. Можно отметить, что вид подложки оказывает влияние на микроструктуру получаемых покрытий, в том числе на количество пороков и на распределение хлорида алюминия.

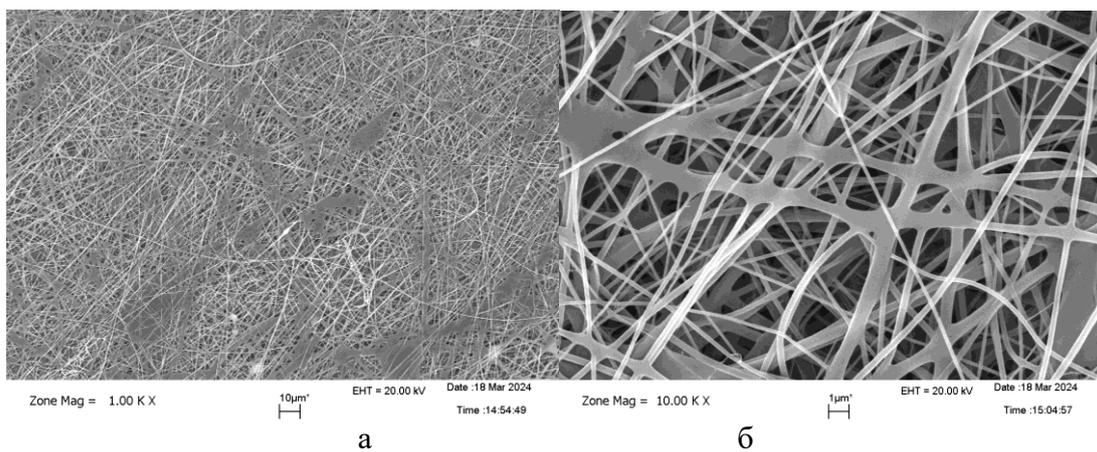


Рис. 1. СЭМ-изображение образца 1 (а –  $\times 1000$ , б –  $\times 10000$ )

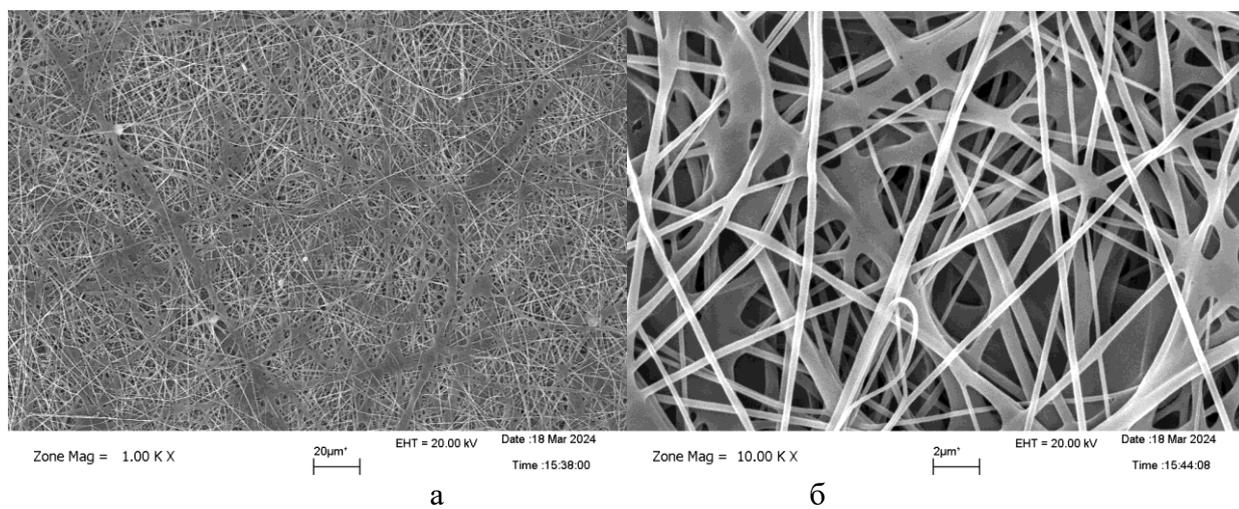


Рис. 2. СЭМ-изображение образца 2 (а –  $\times 1000$ , б –  $\times 10000$ )

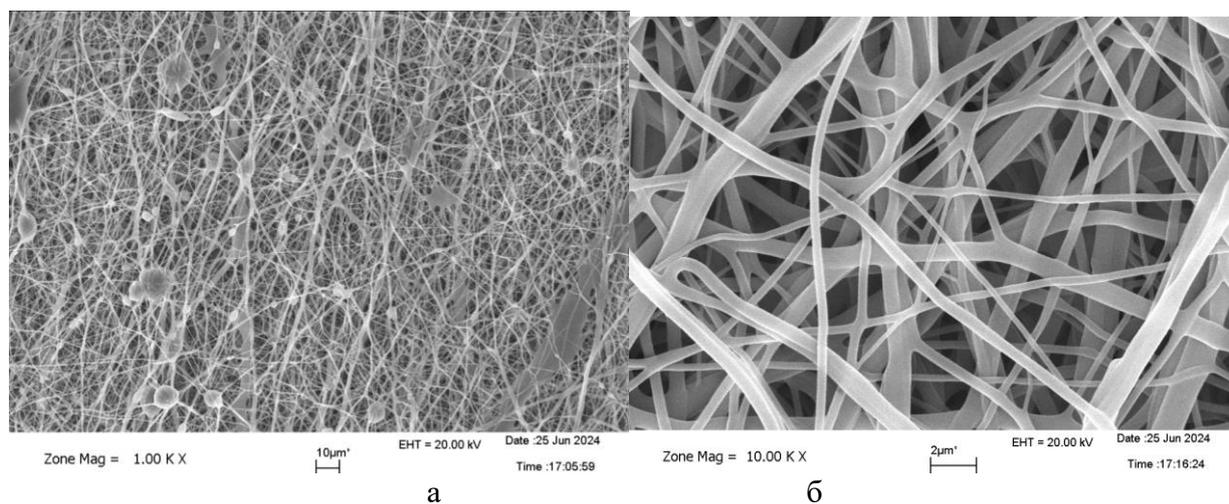


Рис. 3. СЭМ-изображение образца 3 (а –  $\times 1000$ , б –  $\times 10000$ )

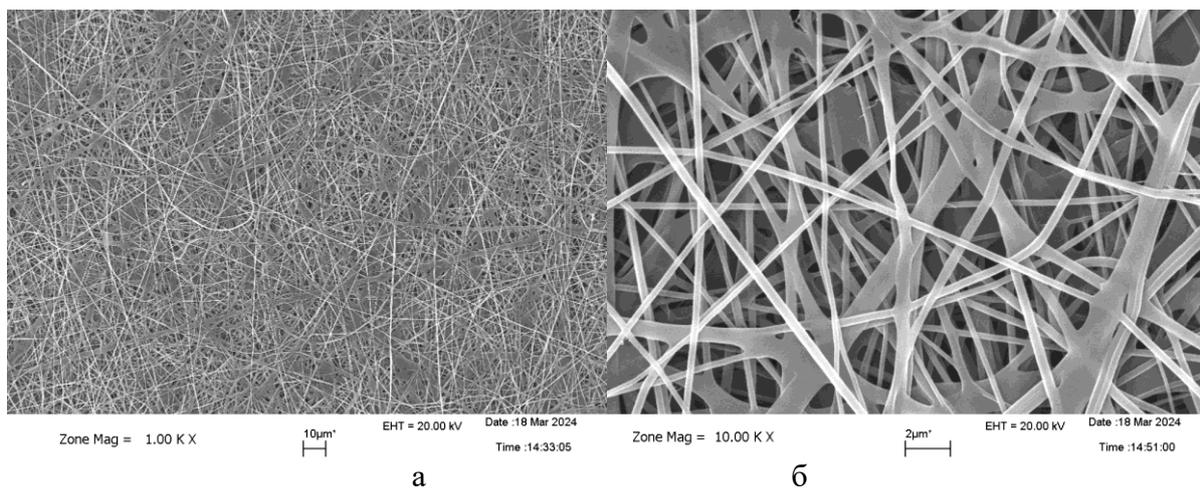


Рис. 4. СЭМ-изображение образца 4 (а –  $\times 1000$ , б –  $\times 10000$ )

Анализируя данные таблицы, можно отметить, что для стабильного нанесения наоволокнистого покрытия на биodeградирующие подложки необходимо было повышать разность потенциалов эмиттера и коллектора. При этом расход прядильного раствора практически не зависел от вида используемой подложки.

На рисунке 4 представлены гистограммы распределения нановолокон по диаметру в покрытиях полученных образцов. В результате анализа полученных гистограмм выявлено, что распределение нановолокон по диаметру в полученных образцах соответствует логнормальному закону. Это, в свою очередь, дает возможность утверждать, что процесс электроформования данных образцов является стабильным.

В таблице 2 представлены результаты статистической обработки данных, полученных при измерении диаметров нановолокон.

Таблица 2

Характеристика нановолокон в полученных образцах

Образец	Вид подложки	Средний диаметр волокон, нм	Коэффициент вариации по диаметру, %
1	Пергаментная бумага	275	50,83
2	Коллагеновая плёнка	290	34,29
3	Пленка на основе ПВС с добавлением глицерина и желатина	299	51,39
4	Плѐнка на основе ПВС	323	40,26

На основе полученных данных, установлено, что диаметры нановолокон во всех покрытиях находятся в диапазоне от 70 до 1110 нм, а коэффициент вариации по диаметру находится в диапазоне от 34 до 51 %. Средние значения диаметров волокон в исследованных образцах отличались несущественно и варьировались в диапазоне от 275 до 323 нм. При рассчитанных высоких значениях коэффициента вариации разница между средними диаметрами волокон не является статистически значимой.

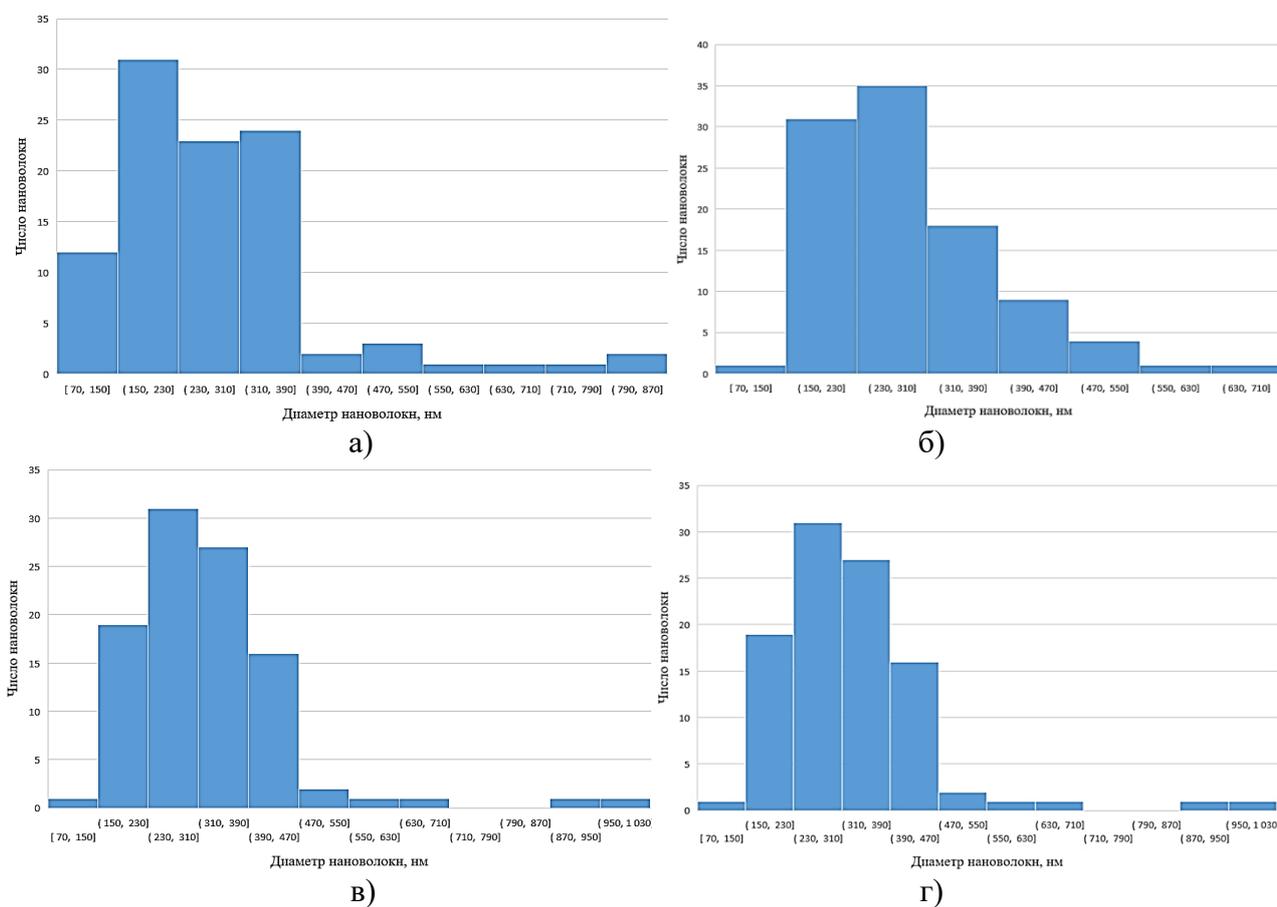


Рис 5. Гистограммы распределения нановолокон по диаметру в покрытия:  
 а) образец 1; б) образец 2; в) образец 3; г) образец 4

На следующем этапе исследований планируется апробация полученных материалов с нановолокнистыми покрытиями на биологических объектах для оценки гемостатического эффекта и скорости их биодеградаци.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. A review on polymer nanofibers by electrospinning and their applications in nanocomposites / Z.M. Huang [et al.] // *Composites Science and Technology*. – 2003. – Vol. 63. – P. 2223–2253.
2. Рыклин, Д.Б. Влияние межэлектродного расстояния на морфологию электроформованных нановолокнистых материалов / Д.Б. Рыклин, М.А. Демидова, М.С. Карнилов // *IV Международный Косыгинский Форум. Сборник научных трудов. Часть 1 – 2024 – Москва: С. 283 - 287.*
3. Рыклин, Д.Б. Получение гемостатических пленок методом электроформования / Д. Б. Рыклин, Новицкая В.А., Демидова М.А., Гвоздев С.В. // *Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоемкие технологии и материалы (SMARTEX). Журнал. № 1 – 2021 – Иваново: С. 206-211.*

## ОПТИМИЗАЦИЯ ПОЛУЧЕНИЯ И ОЦЕНКА ЭФФЕКТА САМООЧИЩЕНИЯ ТИТАНСОДЕРЖАЩИХ ЗОЛЕЙ

### OPTIMIZATION OF PRODUCTION AND EVALUATION OF THE EFFECT OF SELF- CLEANING OF TITANIUM-CONTAINING SOLS

Е.Д. Коробова, Н.В. Дащенко  
E.D. Korobova, N.V. Dashchenko

Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна  
St. Petersburg State University of Industrial Technologies and Design  
E-mail: elizaveta.korobova20@yandex.ru, dnv77@mail.ru

Представлены результаты исследований в области синтеза и применения наноразмерных зольей на основе диоксида титана с целью формирования покрытий на текстильном материале с эффектами самоочищения поверхности от загрязнений.

**Ключевые слова:** наноразмерные частицы, золь-гель метод, диоксид титана, фотокаталитическая активность, текстильный материал, эффект самоочищения.

The results of research in the field of synthesis and application of nanosized sols based on titanium dioxide for the purpose of forming coatings on textile materials with the effects of self-cleaning the surface from contaminants are presented.

**Keywords:** nano-sized particles, sol-gel method, titanium dioxide, photocatalytic activity, textile material, self-cleaning effect

Использование наноматериалов в текстиле открывает множество новых возможностей и преимуществ для пользователей и производителей. В настоящее время особое внимание привлекают текстильные материалы с эффектом самоочищения. Благодаря этим свойствам использование таких тканей позволяет снизить расход воды, необходимой для стирки одежды, они также обладают грязеотталкивающими и противомикробными свойствами.

Данный эффект можно достичь за счёт нанесения на текстильные материалы наночастиц диоксида титана. Благодаря применению наночастиц диоксида титана в форме анатаза, обладающих фотокаталитической активностью, возможно создание покрытий, способных разрушать попадающие на их поверхность органические загрязнения. Достоинством применения наночастиц перед микрочастицами является большая вероятность выхода зарядов на поверхность катализатора, потому что глубина проникновения УФ-света ограничена и активной является только внешняя поверхность фотокатализатора [1].

Наночастицы диоксида титана можно получать в составе интерференционных пигментов, в которых он находится в наноразмерных слоях в кристаллической форме анатаза, или в виде титансодержащих зольей [2].

В данной работе был изучен синтез титансодержащих зольей и проведена оценка их фотокаталитической активности.

Синтез зольей диоксида титана проводили на установке, состоящей из химического стакана емкостью 1000 мл, мешалки, ртутного термометра, бюретки для прикапывания растворов прекурсоров и нагревательной плитки. Синтез зольей  $\text{TiO}_2$  проводили следующим образом: 500 мл дистиллированной воды нагревали до 80 °С. По достижению заданной температуры доводили рН раствора до 2,0 с помощью раствора 10%-й соляной кислоты по стандартной методике, для поддержания показателя рН на заданном уровне в процессе синтеза использовали 10%-й раствор гидроксида натрия. Далее медленно по каплям прибавляли 10%-й спиртовой раствор  $\text{TiCl}_4$  при постоянном перемешивании. По окончании введения  $\text{TiCl}_4$  золь оставляли перемешиваться в течении 15 минут при температуре 80 °С,

затем остужали и, с помощью 10%-го раствора NaOH, доводили pH до 8,0 и также выдерживали в течение 15 минут при перемешивании [3, 4].

Фотокаталитический эффект синтезированных золей TiO<sub>2</sub> определялась в реакции разложения метиленового голубого (МГ). Для проведения эксперимента образцы хлопчатобумажной ткани перкаль обрабатывали синтезированным золем диоксида титана с введением закрепителя на основе модифицированного четвертичного полиамина и фторакрилового препарата по рецептурам, приведенным в таблице 1, путем пропитки на плюсовке приготовленным раствором в две окунки, сушки горячим воздухом при температуре 60 – 70 °С и термофиксации при температуре 150 – 180 °С в течение 3 – 5 мин для поликонденсации смолы и удаления воды из золя.

Таблица 1

Рецептуры составов для приготовления композиции		
Образец	Вещество	Концентрация, г/л
Образец №1	Закрепитель R CONZ	20
	Муссон	40
	Золь Ti	До 1000
Образец №2	Закрепитель R CONZ	50
	Муссон	40
	Золь Ti	До 1000
Образец №3	Закрепитель R CONZ	70
	Муссон	40
	Золь Ti	До 1000
Образец №4	Муссон	40
	Золь Ti	До 1000

Образцы обработанной самоочищающимся составом хлопчатобумажной ткани помещали в раствор МГ концентрацией 0,005 г/л и выдерживали в темноте до достижения сорбционного насыщения. Окрашенные модельным загрязнителем полоски ткани сушили горячим воздухом и подвергали воздействию ртутной лампы УФО-2 циклами по 30 мин, после чего оценивали спектры отражения образцов на спектрофотометре фирмы «Gretag Macbeth», модель Color15. По результатам анализа спектров отражения рассчитывали значение интенсивности окраски по функции ГКМ (K/S) и строили графические зависимости (рисунок 1).

Экспериментальные данные, представленные на рисунке 1,а позволили сделать вывод, о том, что высокими фотокаталитическими свойствами по отношению к МГ обладает образец №1, а при увеличении концентрации закрепителя на основе катионного полиамина снижается фотокаталитическая активность золя титана.

Для оценки устойчивости полученного покрытия к стирке проводили стирку в растворе мыла 5 г/л при температуре 40 °С в течение 30 мин. Выстиранные 1, 2 и 5 раз образцы оценивали на устойчивость закрепления золя по фотокаталитическим свойствам по отношению к модельному раствору МГ, для этого образцы загрязняли и облучали 300 минут, как это описано ранее, также снимали спектры каждого образца, рассчитывали значения интенсивности окраски K/S по функции ГКМ. После этого построили зависимости фотокаталитической деструкции МГ для каждого образца (рисунок 1, б-г).

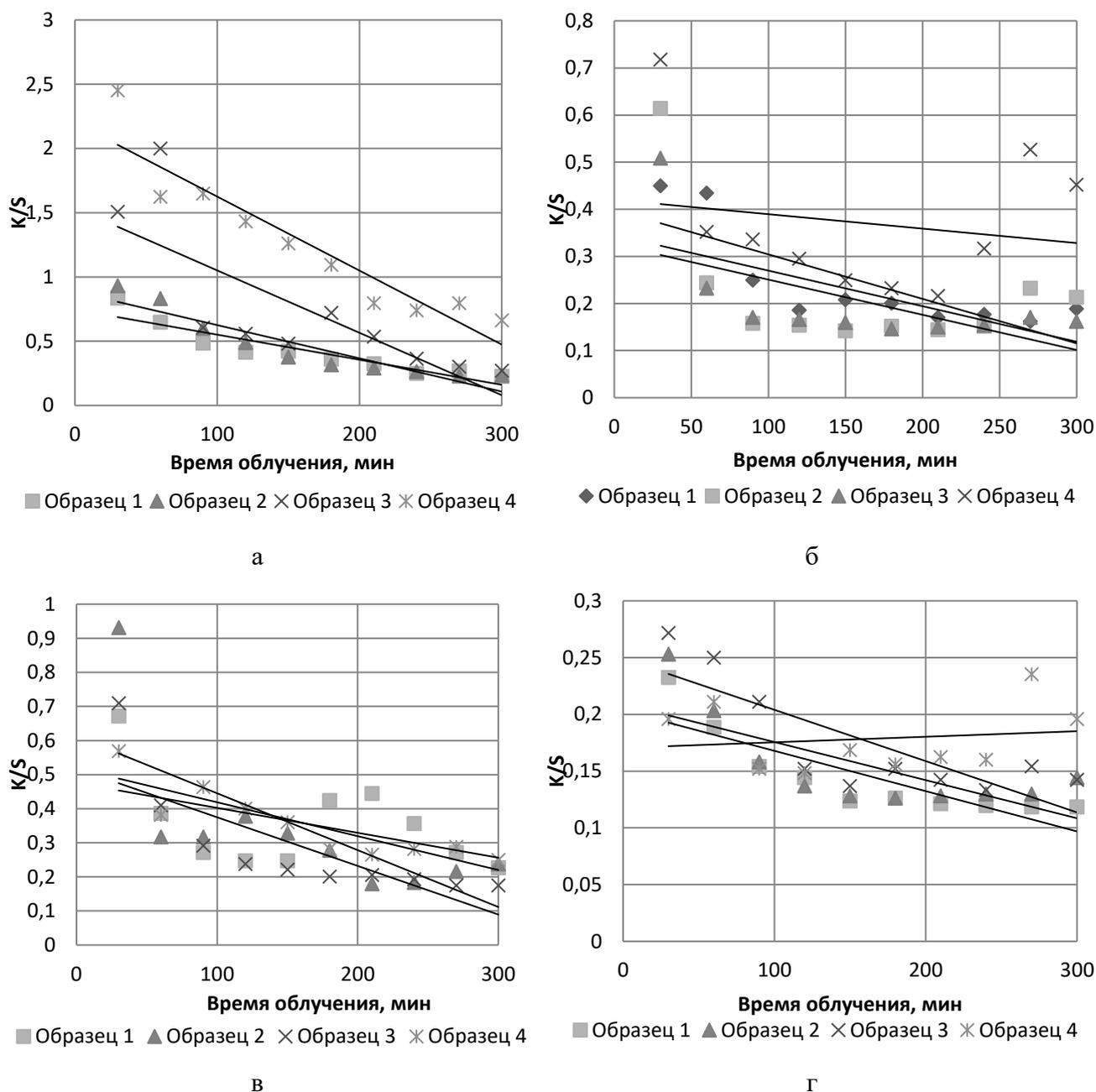


Рис. 1. Зависимость интенсивности окраски от времени облучения образцов: а – исходные, б – после 1 стирки; в – после 2 стирки, г – после 5 стирок

По полученным данным, был сделан вывод, что после одной стирки специальное покрытие показывает фотокаталитические свойства, но их эффективность, оцениваемая углом наклона линии тренда, снижается. После 2 стирок покрытие по-прежнему демонстрирует фотокаталитические свойства, следовательно, устойчиво к двум последовательным стиркам. После 5 стирок образец №4 уже не обладает фотокаталитическими свойствами, это значит, что покрытие не удерживается на ткани и не фиксирует титансодержащий золь. Остальные образцы сохраняют фотокаталитические свойства.

Для оценки влияния основности кислоты на закрепление покрытия на поверхности текстильного материала соляная кислота была заменена на лимонную. Золь диоксида титана готовили по методике, описанной выше, только вместо соляной кислоты использовали лимонную. Оценку фотокаталитической активности золью диоксида титана в составе

покрытия, рецептура которого приведена в таблице 2, проводили по той же методике. В результате были получены зависимости, представленные на рисунке 2.

Таблица 2

Рецептура раствора для нанесения покрытия		
Образец	Вещество	Концентрация, г/л
Образец №1	Закрепитель R конц	20
	Золь Ti	До 1000
	RUCO-GUARD AFR 6	30
Образец №2	Закрепитель R конц	50
	Золь Ti	До 1000
	RUCO-GUARD AFR 6	30
Образец №3	Закрепитель R конц	70
	Золь Ti	До 1000
	RUCO-GUARD AFR 6	30
Образец №4	Закрепитель R конц	20
	Золь Ti	До 1000
	RUCO-GUARD AFR 6	40
Образец №5	Закрепитель R конц	50
	Золь Ti	До 1000
	RUCO-GUARD AFR 6	40
Образец №6	Закрепитель R конц	70
	Золь Ti	До 1000
	RUCO-GUARD AFR 6	40
Образец №7	RUCO-GUARD AFR 6	50
	Вода	До 1000

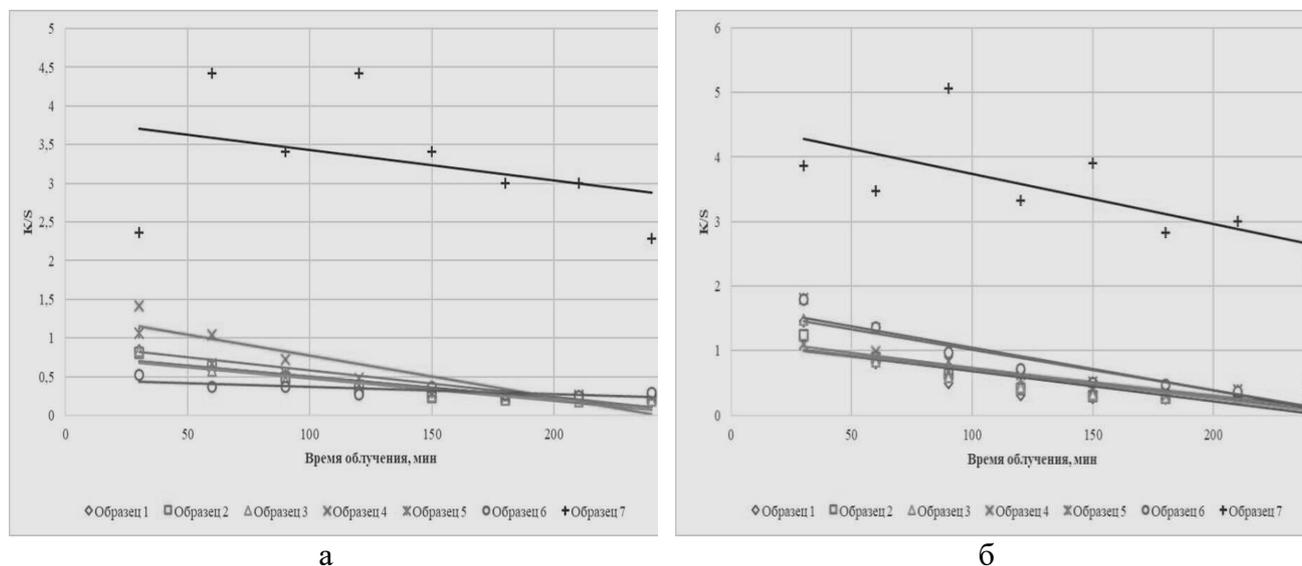


Рис. 2. Зависимость интенсивности окраски от времени облучения образцов: а – до стирки, б – после стирки

По полученным экспериментальным данным можно сделать вывод, что фотокаталитические свойства самоочищающихся покрытий на основе титансодержащего золя, полученного с использованием лимонной кислоты, зависят от концентрации закрепителя – чем ниже концентрация закрепителя – тем выше эффективность разложения МГ, как и при использовании золь, синтезированных с использованием соляной кислоты. В

целом, все образцы показывают невысокий уровень ФК свойств, немного выше, чем холостой образец без золя. Для оценки устойчивости полученного покрытия к стирке была проведена стирка данных образцов при температуре 40 °С (рис. 2, б). После 1 стирки все образцы на основе титансодержащих золь на базе лимонной кислоты показывают ФК на уровне холостого образца без титана, следовательно, использование лимонной кислоты при синтезе золь нецелесообразно.

После проведения оценки покрытия с использованием золь, синтезированных с лимонной кислотой, было принято решение использовать бутан-1, 2, 3, 4-тетракарбовую кислота. В литературных источниках есть данные, что использование данной кислоты, дает лучшее закрепление покрытие на тканях, благодаря образованию сшивок.

Для оценки влияния эффективности закрепления титансодержащего золя на основе бутантетракарбовой кислоты проводили синтез золя на волокне. Для этого в стакан с синтезируемым золь добавляли образцы текстильных материалов из шерсти, хлопка и полиэфирного волокна. Для достижения оптимального рН при синтезе титансодержащего золя в данном эксперименте использовали бутантетракарбовую кислоту. Остальные условия синтеза – по стандартной методике. Высушенные образцы опускали в раствор метиленового голубого (МГ) и выдерживали в темноте до достижения сорбционного равновесия. После высыхания образцов начинали облучение длительностью 210 минут, циклами по 30 минут, результаты расчета интенсивности окраски представлены на рисунке 3.

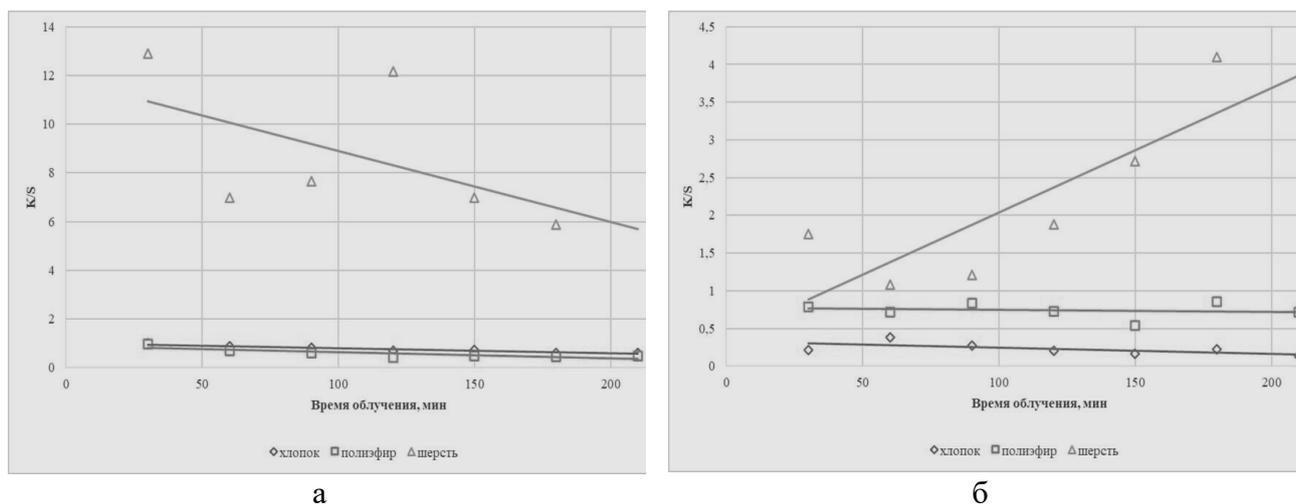


Рис. 3. Зависимость интенсивности окраски от времени облучения образцов:  
а – до стирки, б – после стирки

Оценка полученных результатов показала, что титансодержащий золь на основе бутантетракарбовой кислоты эффективно синтезируется в порах шерстяного волокна, демонстрируя ФК свойства. На хлопке и полиэфирном волокне золь не фиксируется (рис.3,а). Затем проводили стирку полученных образцов и оценивали сохранность ФК эффекта. Анализ полученных данных (рис. 3,б) показал, что титансодержащий золь на основе бутантетракарбовой кислоты, синтезированный в волокне, не устойчив к стирке.

1. Для получения специального самоочищающегося покрытия на текстильных материалах были синтезированы титансодержащие золи, полученные золь-гель методом. Для прочного закрепления наночастиц титансодержащих золь на поверхности и межволоконном пространстве текстильных материалов использовали композицию из предконденсата термореактивной смолы и фторуглеродного препарата для водо-маслоотталкивающей отделки.

2. Оценка фотокаталитических свойств покрытий на основе титансодержащих золь показала высокую скорость фотоокисления модельного органического красителя метиленового голубого (МГ). Полученное покрытие устойчиво к пяти последовательным

стиркам, поскольку не наблюдается снижение скорости фотоокислительной деструкции МГ.

3. Использование в процессе золь-гель синтеза многоосновных карбоновых кислот не приводит к получению устойчивого в условиях эксплуатации титансодержащего золя.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Кричевский Г.Е. Нано-, био-, химические технологии в производстве нового поколения волокон, текстиля и одежды.- М.: 2011.– 528 с.
2. Костин, А. С. Математическое моделирование и оптимизация процесса получения наночастиц диоксида титана золь-гель методом / А.С. Костин // –М: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2015. – 169 с.
3. А.М. Киселев, Н.В. Дащенко. Нанотехнологии в индустрии текстиля //Вестник СПГУТД. No1, 2020. С. 89-103.
4. Жук Л.А., Дащенко Н.В., Киселев А.М., Одинцова О.И. Синтез и применение наноразмерных интерференционных пигментов для колорирования и защиты текстильных материалов от загрязнений // Российский химический журнал, 2019, т. LXIII, #2, С. 3-9 DOI: 10.6060/rj.2019632.1 [L. A. Zhuk , N. V. Dashchenko, A. M. Kiselev, O. I. Odintsova. Synthesis and Application of Nanoscale Interference Pigments for Coloring and Protection of Textile Materials from Contamination// Russian Journal of General Chemistry, 2021, Vol. 91, No. 3, pp. 1–6].

## О СПОСОБАХ ПРИДАНИЯ ОГНЕЗАЩИТНЫХ СВОЙСТВ НЕТКАНЫМ МАТЕРИАЛАМ СЦЕНИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

### ON METHODS OF IMPARTING FIRE-RETARDANT PROPERTIES TO NON-WOVEN STAGE TENSION MATERIAL

Я.Н. Короткова<sup>1</sup>, Р.Р. Аллямов<sup>1</sup>, Е.Ф. Разумова<sup>1</sup>, И.В. Плещева<sup>2</sup>  
Y.N. Korotkova<sup>1</sup>, R.R. Allymov<sup>1</sup>, E.F. Razumova<sup>1</sup>, I.V. Pleshcheva<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ивановская пожарно-спасательная академия государственной противопожарной службы  
МЧС России

<sup>2</sup>ООО «Альфа Текс» (г. Иваново)

<sup>1</sup>Ivanovo Fire Rescue Academy of State Firefighting Service of Ministry of Russian Federation for  
Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters  
LLC "Alfa Tex" (Ivanovo)

E-mail: [cottonlife38@mail.ru](mailto:cottonlife38@mail.ru), [harley-davison47@mail.ru](mailto:harley-davison47@mail.ru), [ekaterina-37@rambler.ru](mailto:ekaterina-37@rambler.ru),  
[modestyrullez@mail.ru](mailto:modestyrullez@mail.ru)

Статья посвящена методам придания огнезащитных свойств нетканым материалам, используемым для натяжения сценических поверхностей особое внимание, уделяется образцам, изготовленным в производственных условиях по комбинированным технологиям. Сценические элементы зачастую подвержены воздействию тепловых источников, по этой причине обеспечение их пожаробезопасности становится первоочередной задачей. В этой связи использование нетканых материалов, характеризующихся приемлемой огнезащитностью, для натяжения поверхности сценических пространств, становится все более актуальным.

Ключевые слова: нетканые материалы, огнезащитные свойства, сценическое натяжение, мета-aramидные волокна, дефекты, продольные полосы, иглопробивание.

The article is devoted to methods of imparting fire protection properties to nonwoven materials used for tensioning stage surfaces, with special attention paid to samples manufactured in production conditions using combined technologies. Stage elements are often exposed to heat sources, for this reason ensuring their fire safety becomes a priority task. In this regard, the use of nonwoven materials characterized by acceptable fire protection for tensioning the surface of stage spaces is becoming increasingly relevant.

Keywords: non-woven fabrics, fire-retardant properties, stage tension, meta-aramid fibers, defects, longitudinal stripes, needle-punching.

Комбинированный способ изготовления нетканых материалов, включающий в себя иглопрокалывание с последующим валянием, позволяет достигнуть высоких прочностных характеристик, соответствующих требованиям стандарта ГОСТ Р ИСО 6942-2007 Система стандартов безопасности труда (ССБТ), а состав полотен включающий в себя волокна, полученные из отечественного сырья, с добавлением мета-aramидных волокон, позволяет использовать полученную продукцию не только для изготовления специальной защитной одежды, но и для производства напольных покрытий потенциально неограниченной длины. Мета-aramид, известный своими огнестойкими свойствами, добавляется в соотношении 60% к 40% к шерсти. Это оптимальное соотношение, которое позволяет достигнуть высоких прочностных характеристик в сочетании с огнезащитными свойствами, что дополнительно подтверждает их пригодность для применения в условиях сценического пространства [1]. Добавление мета-aramидных волокон придаст нетканым полотнам высокую устойчивость к горению и значительно замедлят процесс возгорания. Данные свойства делают нетканые материалы подходящими для использования в сценическом искусстве, где пожаробезопасность имеет первостепенное значение

Процесс производства, является упрощенным, по отношению к производству специальной защитной одежды, включает в себя три ключевых этапа: подготовка сырья,

формирование холста, а также скрепление волокон. При этом используются отходы шерсти и огнестойкие волокна, которые скрепляются с применением термоплавких волокон, таких как полиамид, и органических клеев. Важной частью процесса является воздействие высокой температуры и давления валков, что способствует равномерному распределению волокон и как следствие, минимизации возможности случайного возгорания незащищенного участка сцены.

При производстве нетканых материалов одним из проблемных мест является возникновение дефектов, таких как продольные полосы, вызванные неравномерной правкой игл в процессе иглопробивания. Эти дефекты могут существенно снизить качество конечного изделия и его огнезащитные свойства, а также привести к травмированию выступающих [2], поэтому важно учитывать методы их предотвращения.

Продольные полосы на поверхности материала возникают, когда иглы неправильно настроены или имеют неоднородное положение. Это может происходить по причинам использования изношенных игл, потерявших свою форму и острые концы, или при недостаточной точности настройки оборудования. Игла в значительной мере, является одной из основных деталей, непосредственно участвующих в процессе, следственно ее выход из строя отрицательно сказывается не только на производительности, но и на качестве выпускаемой продукции. В процессе производства игла изменяет направление движения, что, как правило, сопровождается ударом ее пятки о клинья замков. Возникающие при этом динамические нагрузки являются одной из основных причин преждевременного износа элементов иглы (пятки, крючка, язычка). Стоит отдельно выделить, неэффективность применяемых способов крепления язычка, очень часто, не обеспечивающих достаточной надежности эксплуатации, из-за раскачивания самого язычка, что нередко приводит не только к преждевременному износу, но и к полному разрушению иглы [3].

Понимание причин образования продольных полос и применение соответствующих методов для их предотвращения позволит повысить качество конечного продукта и его огнезащитные свойства. Для минимизации риска возникновения продольных полос и обеспечения равномерности структуры материала можно применять следующие методы:

1. Калибровка оборудования: Регулярная проверка и настройка оборудования, на которых производятся нетканые материалы, поможет обеспечить точность иглопробивания и предотвратить смещение игл;

2. Контроль натяжения: важно установить оптимальное натяжение полотна, чтобы избежать его деформации. Использование автоматических систем контроля может значительно облегчить данный процесс;

3. Систематическая замена игл: Регулярная замена игл на новые, а также использование игл с узким и острым концом обеспечит более качественное пробивание волокон, что снизит вероятность образования полос.

Таким образом, можно значительно улучшить безопасность и долговечность изделий, что является критическим фактором в контексте сценарного искусства.

Обеспечение высококачественного производства нетканых материалов, особенно для сценических натяжений, является важной задачей. Использование комбинированных методов производства нетканых материалов с добавлением мета-арамидных волокон представляет собой эффективный способ повышения огнезащитных свойств сценического натяжения. Применение отечественного сырья и современных технологий скрепления волокон обеспечивает не только высокую прочность материалов, но и соответствие необходимым стандартам безопасности. Это открывает новые возможности для безопасного использования нетканых материалов в сценическом дизайне, расширяя пределы их применения в сфере театра и искусства.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Таласпаева А.А., Жилисбаева Р.О., Молдагажиева З.Д. Разработка нетканого материала с огнезащитными свойствами // Сборник материалов Международной заочной-научной конференции «Современные тенденции технических наук (2)». –Уфа: Лето, 2013. – С. 73-75;
2. Аллямов, Р. Р. Развитие государственной экспертизы в области охраны труда / Р. Р. Аллямов, А. А. Максимов // Молодые ученые - развитию текстильно-промышленного кластера (ПОИСК). – 2017. – № 2. – С. 286. – EDN ZDFZBP;
3. Аллямов, Р. Р. Выявление причин поломок игл кругловязальных машин / Р. Р. Аллямов, А. А. Максимов // Молодые ученые - развитию текстильно-промышленного кластера (ПОИСК). – 2017. – № 2. – С. 27. – EDN ZDFWTF.

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ УПРУГИХ  
ХАРАКТЕРИСТИК КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ  
МНОГОСЛОЙНОЙ ТКАНИ**

**EXPERIMENTAL STUDIES OF ELASTIC CHARACTERISTICS OF  
COMPOSITE MATERIAL BASED ON A MULTILAYER FABRIC**

С.Ю. Костин<sup>1</sup>, Д.А. Пирогов<sup>1</sup>, Г.В. Долунц<sup>2</sup>, Л.Б. Маслов<sup>2,3</sup>  
S.Yu. Kostin<sup>1</sup>, D.A. Pirogov<sup>1</sup>, G.V. Dolunts<sup>2</sup>, L.B. Maslov<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>Ивановский государственный политехнический университет

<sup>2</sup>Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина

<sup>3</sup>Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

<sup>1</sup>Ivanovo State Polytechnic University

<sup>2</sup>Ivanovo State Power Engineering University n.a. V.I. Lenin

<sup>3</sup>Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University

E-mail: pirogov81@mail.ru; leonid-maslov@mail.ru

**В работе проведены экспериментальные исследования образцов композиционного материала с эпоксидной матрицей, армированной многослойной тканью из углеродных нитей в виде объемной тканой структуры. Определены эффективные модули упругости образцов, полученных технологиями открытого формования и вакуумной инфузии, в базовых ортогональных направлениях ориентации волокон при различных видах нагружения.**

**Ключевые слова:** композит, углеродная нить, многослойная ткань, эпоксидная смола, эффективные модули упругости, механические испытания.

**Experimental studies of samples of composite material with epoxy matrix reinforced with multilayer fabric of carbon filaments in the form of volumetric woven structure have been carried out. The effective moduli of elasticity of the samples obtained by open molding and vacuum infusion technologies in the basic orthogonal fiber orientation under different types of loading have been determined.**

**Key words:** composite, carbon yarn, multilayer fabric, epoxy resin, effective modulus of elasticity, mechanical testing.

Композиционные материалы, или композиты, представляют собой неоднородные твердые материалы, состоящие из двух или более жестко связанных друг с другом компонент, состоящих из однородных веществ. Специфическая внутренняя структура композитов обеспечивает уникальные упругие и прочностные свойства композиционных материалов в различных направлениях, что требует углублённого изучения для надежности производимых из них деталей и конструкций, работающих в условиях высоких механических и тепловых нагрузок. Особый интерес для современного высокотехнологичного машиностроения представляют полимерные композиционные материалы (ПКМ) на основе трехмерных тканых структур из высокопрочных углеродных или арамидных волокон ввиду их значительной прочности при небольшом весе [1,2].

При решении вопросов оценки механических свойств композиционных материалов особое значение имеют методы экспериментальных исследований, опираясь на результаты которых можно глубже понять суть происходящих физических явлений, а также уточнять и дополнять разрабатываемые математические модели для сокращения затрат на проведение натурных экспериментов. Для изотропного материала основными механическими характеристиками являются понятия жесткости и модулей упругости [3,4]. В частности, модуль Юнга – это физическая величина, которая отвечает за упругость стержня,

испытывающего нормальные напряжения как при растяжении-сжатии, так и, с некоторым допущением, при изгибе.

В работе [5] предложены схемы объемной тканой структуры и многослойные ткани на их основе. Из углеродных нитей UMT45-12K-EP производства российской компании UMATEX сотканы образцы трехмерных тканей и получены образцы композиционных материалов, армированные разработанными углеродными структурами, проведены первичные исследования механических свойств полученных композитных образцов. Модуль упругости углеродных нитей на растяжение составляет 260 ГПа, а модуль упругости эпоксидной смолы 3 ГПа. Объемное содержание волокон в изготовленных композитных образцах варьировалось в пределах от 15 % для случая открытого формования до 30% в случае вакуумной инфузии.

В настоящей работе проведены экспериментальные исследования по определению модулей упругости образцов композиционных материалов в различных направлениях ориентации волокон – вдоль нитей основы и вдоль нитей утка при деформации изгиба и растяжения, полученных по различными технологиям. Испытывались образцы, полученные по технологиям открытого формования и вакуумной инфузии вдоль нитей основы и нитей утка. Основным подходом выступает эксперимент на трехточечный изгиб.

Испытания проводились методами тензометрии на образцах, к которым прикладывалась нагрузка путем подвешивания грузиков заданного веса. Проведены экспериментальные исследования образцов (рис. 1) по определению модулей упругости ПКМ при деформации растяжения вдоль нитей основы и нитей утка, результаты которого приведены в таблице 1.

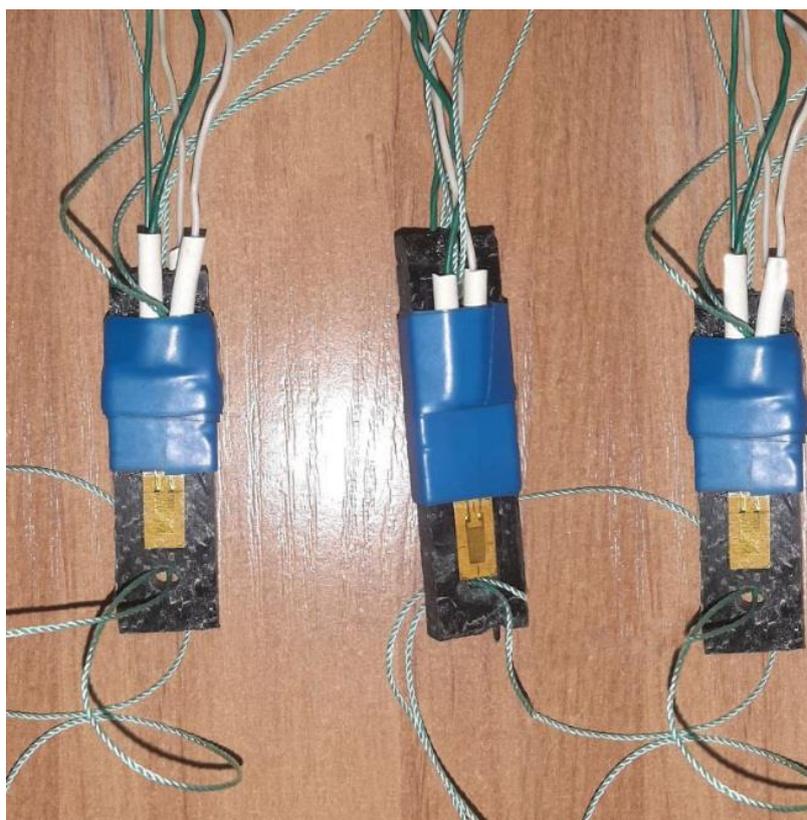


Рис. 1. Образцы ПКМ для определения модулей упругости

Таблица 1

Результаты экспериментальных исследований модуля упругости образцов композиционных материалов на растяжение

<i>Экспериментальное определение модуля Юнга композиционных материалов при растяжении (тензометрия, на установке, ручной режим нагружения)</i>				<i>Экспериментальное определение модуля Юнга композиционных материалов при растяжении (тензометрия, на установке, ручной режим нагружения)</i>			
<b>Базовое (плотное, открытое формование) вдоль утка</b>				<b>Базовое (плотное, вакуумная инфузия) вдоль основы</b>		<b>Базовое (плотное, вакуумная инфузия) вдоль утка</b>	
Размеры образца, мм		$L=70; b=9.5; h=7.5$		Размеры образца, мм		$L=56; b=15.2; h=4.9$	
Масса образца, гр.		5.6		Масса образца, гр.		5.42	
Площадь поперечного сечения образца, $F = b \cdot h, \text{мм}^2$		71,25		Площадь поперечного сечения образца, $F = b \cdot h, \text{мм}^2$		74,48	
Объемная плотность образца, гр./см <sup>3</sup>		1,25		Объемная плотность образца, гр./см <sup>3</sup>		1,3	
Переменные и измеряемые величины				Переменные и измеряемые величины			
Измеритель	Нагружение «ΔР», Н	Деформация Δz, м	Модуль Юнга «Е», ГПа	Измеритель	Нагружение «ΔР», Н	Деформация Δz, м	Модуль Юнга «Е», ГПа
Датчик 1	9,81	$13,3 \cdot 10^{-6}$	23,0	Датчик 1	9,81	$4,4 \cdot 10^{-6}$	15
Датчик 2	9,81	$6 \cdot 10^{-6}$	10,4	Датчик 2	9,81	$7,6 \cdot 10^{-6}$	17,3
Модуль упругости, ГПа				Модуль упругости, ГПа			
16,7				22,5		34,0	

Результаты эксперимента при растяжении образцов показывают, что, как и при изгибе модуль упругости образцов ПКМ, полученных методом вакуумной инфузии выше образцов, полученных методом открытого формования более чем на 50%. Так же стоит отметить, что модули упругостей образцов ПКМ, ориентированных вдоль нитей основы ниже, нежели образцов ПКМ, ориентированных вдоль нитей утка 22,5 и 34 ГПа.

Модуль упругости при изгибе в направлении нитей основы для обоих методов получения ПКМ имеет значения, меньшие, чем в направлении утка, в случае открытого формования на 42%, при вакуумной инфузии на 18%, что объясняется причинами, обусловленными технологией ткачества. ПКМ, выполненные по технологии открытого формования в сравнении с ПКМ, выполненными по технологии вакуумной инфузии имеют модуль упругости ниже вдоль нитей основы на 5,1 ГПа, и вдоль нитей утка на 3,1 ГПа, что может быть связано с недостатками данной технологии получения ПКМ.

Результаты экспериментов показывают, что величина модуля упругости ПКМ зависит от технологии его изготовления. Применяемые в работе технологии получения ПКМ обуславливают разницу в их упругих свойствах. Метод открытого ручного формования требует наименьшего вложения средств, но обладает рядом недостатков, которые в конечном счете существенно влияют на результат. Метод вакуумной инфузии требует использования специальной оснастки, но это оправдывает достигаемый результат.

Повышение модуля упругости можно достигать различными способами, например, технологическим, т.е. повышая плотность ткани в технологически допустимых пределах, можно управлять упругими свойствами композита в нужной ориентации волокон.

Для достижения изотропности упругих свойств относительно двух основных систем нитей и в трансверсальном направлении необходимо проектировать объемную тканую структуру таким образом, чтобы системы нитей основы и утка имели равную плотность и степень изогнутости, рационально выбирать методы межслойного взаимодействия, использовать специальные методы формования. Это может служить ориентиром

дальнейших исследований по созданию полимерных композиционных материалов с высокими механическими свойствами.

*Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ и Ивановской области в рамках научного проекта № 20-41-370002.*

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Композиционные материалы на основе трехмерных тканых многослойных армирующих структур - конструкционные материалы настоящего и будущего / Д. А. Пирогов, Л. Б. Маслов, П. В. Королев, К. В. Клопова // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. – 2021. – № 6(396). – С. 61-71. DOI 10.47367/0021-3497\_2021\_6\_61.
2. Abteew M.A. A comprehensive review on advancements, innovations and applications of 3D warp interlock fabrics and its composite materials / M.A. Abteew // Composites Part B: Engineering. – 2024. – Vol. 248. – No. 6. – article no. 111395. DOI 10.1016/j.compositesb.2024.111395
3. Определение эффективных упругих характеристик композиционного материала при простых напряженных состояниях, на основе понятия жесткости / Д. А. Пирогов, Л. Б. Маслов, П. В. Королев, К. В. Клопова // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. – 2021. – № 6(396). – С. 264-271. DOI 10.47367/0021-3497\_2021\_6\_264.
4. Bogdanovich A.E., Mohamed M.H. Three-Dimensional Reinforcements for Composites / A.E. Bogdanovich, M.H. Mohamed // SAMPE Journal. – 2009. – Vol. 45. – No. 6. – P. 8–28.
5. Разработка структуры многослойной ткани и экспериментальное исследование упругих свойств композиционного материала на ее основе при разных технологиях его производства / Д. А. Пирогов, Д. А. Мирошниченко, Л. Б. Маслов [и др.] // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. – 2024. – № 1(409). – С. 224-231. DOI 10.47367/0021-3497\_2024\_1\_224.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ МИКРОКЛИМАТА ТРИКОТАЖНОГО  
ПРОИЗВОДСТВА МЕТОДОМ ПОЗОННЫХ БАЛАНСОВ**

**INVESTIGATION OF THE MICROCLIMATE PARAMETERS OF KNITTING  
PRODUCTION BY THE METHOD OF POSITIONAL BALANCES**

А.Е. Крупнов, М.Ю. Ометова

A.E. Krupnov, M.Y. Ometova

Ивановский государственный политехнический университет

Ivanovo State Polytechnic University

E-mail: alexeykrupn@gmail.com, ometova\_m@rambler.ru

**В работе методом позонных балансов исследован микроклимат теплонпряженного трикотажного цеха с равномерным распределением источников теплоты. Получена аналитическая зависимость для определения коэффициента воздухообмена и требуемого количества приточного воздуха.**

**Ключевые слова:** воздухообмен, теплонпряженное помещение с равномерным распределением источников теплоты.

**In this work, the microclimate of a heat-stressed knitting workshop with a uniform distribution of heat sources was studied by the method of positional balances. An analytical dependence was obtained to determine the coefficient of air exchange and the required amount of supply air.**

**Keywords:** air exchange, heat-stressed room with uniform distribution of heat sources.

На системы создания микроклимата текстильных производств тратится до 35 % вырабатываемой тепловой энергии, что составляет примерно 40% общего энергопотребления здания, в нашей стране на единицу продукции затрачивается в три раз больше, чем в западных странах. Современное состояние предприятий текстильной промышленности характеризуется использованием энергоемких систем технологического кондиционирования воздуха (СТКВ), которые являются неотъемлемой частью предприятий с высокими производственными и санитарно-гигиеническими требованиями к искусственному микроклимату. Обеспеченность системами технологического кондиционирования современных текстильных производств составляет всего 5%, в то время как за рубежом 60%. Состояние искусственного микроклимата в производственных помещениях текстильных предприятий не соответствует требованиям нормативных документов, что сказывается на качестве выпускаемой продукции.

Следующей причиной низкой эффективности СТКВ и показателей текстильной промышленности является отсутствие научно обоснованных методов расчета оптимальных параметров искусственного микроклимата, обеспечивающего и поддерживающего качество технологических процессов.

Для определения требуемого воздухообмена существует несколько подходов. Фундаментальный подход к определению воздухообмена заключается в решении системы дифференциальных уравнений турбулентного движения для области, в которой происходит течение. Данная система является незамкнутой для ее решения дополнительно вводятся уравнения моделей турбулентности. Эти уравнения содержат эмпирические константы, значения которых подбираются, используя экспериментальные данные. Подробно этот подход рассмотрен в работе [1].

Существует много примеров определения воздухообмена с использованием программных продуктов, но в основном для административных зданий, торговых центров. В качестве первого приближения в этих программах задается начальное распределение

параметров и количественная мера процесса. Затем места распределения приточных и вытяжных отверстий в результате решения находят распределения параметров в помещении.

В известных методиках расчет воздухообмена на промышленных предприятиях сводится к определению температуры воздуха, удаляемого из помещения. Проблема определения температуры воздуха, удаляемого из помещения, не нашла удовлетворительного решения. Эта температура определяется либо экспериментально, либо принимается равной температуре воздуха в рабочей зоне, либо определяется через градиент температур [2].

Рассмотренный в данной статье метод «позонных балансов» позволяет аналитически определять температуру удаляемого воздуха [2], [3].

Объектом исследования является трикотажный цех. Цех оборудован общеобменной вентиляцией. На предприятии в настоящее время используется подача воздуха через приточные плафоны, установленные на расстоянии 3 метров от пола, удаление воздуха – через заборные отверстия в вытяжных воздуховодах. Основными источниками теплоступлений в цехе являются вязальные автоматы. Количество теплоты, выделяемое вязальными автоматами, меняется в зависимости от стадии вязки. Конвективные потоки от вязальных автоматов поднимаются в верхнюю зону помещения, создавая «тепловую подушку» [4].

В данном производстве для технологического процесса требуется поддерживать параметры воздушной среды постоянные в рабочей зоне в течение любого времени года. С точки зрения энергосбережения на трикотажном производстве необходимо поддерживать разные параметры воздушной среды в рабочей и технологических зонах. Так для технологического процесса и в рабочей зоне требуются различные параметры воздушной среды. Вязальные автоматы оборудованы пневматическими механизмами оттяжки и наката полотна, которые являются составной частью машины.

При моделировании воздухообмена в расчетной области было выделено четыре характерных объема, каждый из которых описывалась системой балансовых уравнений.

В помещении имеются конвективные потоки теплоты общей мощностью:

$$\sum Q_m + Q_{np} + Q_d + Q_{рад} + Q_{отоп} + Q_{возд} = Q_{yx} + Q_{пот} + \sum Q_{выхл} \quad (1)$$

Тепловые потоки приходной части состоят из: тепла, выделяющегося в машинах –  $\sum Q_m$ ; тепловыделения от искусственного освещения –  $Q_{осв}$ ; тепловыделений от людей –  $Q_d$ ; тепловыделения от солнечной радиации –  $Q_{рад}$ ; тепла, поступающего с приточным воздухом –  $Q_{np}$ ; тепла, выделяемого отопительными приборами –  $Q_{отоп}$ ; тепла, выделяемого воздуховодами пневмоотсоса –  $Q_{возд}$ .

Уравнение теплового баланса рабочей зоны:

$$c \cdot L_{стр} \cdot \Delta t_{стр} + c \cdot L_d \cdot \Delta t_d + c \cdot L_{рзс} \cdot \Delta t_c + Q_{рз} + Q_d + Q_{агр} = \\ = c \cdot L_{обр} \cdot \Delta t_{обр} + c \cdot L_{рз1} \cdot \Delta t_{рз} + q_{рз} \cdot (\Delta t_{рз} - \Delta t_n), \quad (2)$$

где  $L_{обр} = L_{стр} + L_d + L_{рзс} - L_{рз1}$

$c$  – объемная теплоемкость воздуха,  $\frac{Дж}{м^3 \cdot ^\circ C}$ ;

$L_{рзс}$  – количество воздуха, поступающее из соседних помещений в нижнюю рабочую зону;

$L_{рз1}$  – количество удаляемого воздуха из рабочей зоны местными отсосами;

$Q_{рз}$  – тепловыделения в рабочей зоне;

$Q_{агр}$  – тепло, вносимое воздушно-отопительными агрегатами (системами отопления);

$\Delta t_{рз}$  – температура воздуха, выходящая из рабочей зоны;

$\Delta t_{стр}$  – средняя температура приточной струи;

Температуру за пределами прямого действия струи принимаем постоянной и равной  $t_{р.з.}$ . Параметры струи на выходе из рабочей зоны –  $L_{стр}$ ,  $\Delta t_{стр}$

Уравнение теплового баланса приточной струи:

$$c \cdot (L_{\text{стр}} - L_0) \cdot \Delta t_{\text{вз}} = c \cdot L_{\text{стр}} \cdot \Delta t_{\text{стр}} \quad (3)$$

Уравнение теплового баланса конвективной струи:

$$(1 - \eta) \cdot Q_k + c \cdot L_k \cdot \Delta t_{\text{вз}} = c \cdot L_k \cdot \Delta t_k \quad (4)$$

$Q_k$  – конвективные тепловыделения от горячего технологического оборудования.

Уравнение теплового баланса всего помещения:

$$\begin{aligned} & c \cdot (L_{\text{рзс}} + L_{\text{взс}}) \cdot \Delta t_c + (1 - \eta) \cdot Q_k + Q_{\text{рз}} + Q_{\text{вз}} + Q_{\text{п}} + Q_{\text{арп}} = \\ & = c \cdot L_{\text{рз1}} \cdot \Delta t_{\text{рз}} + c \cdot L_{\text{рз2}} \cdot \Delta t_{\text{вз}} + c \cdot L_{\text{yx}} \cdot \Delta t_{\text{yx}} + q_{\text{рз}} \cdot (\Delta t_{\text{рз}} - \Delta t_{\text{н}}) + q_{\text{вз}} \cdot (\Delta t_{\text{вз}} - \Delta t_{\text{н}}), \end{aligned} \quad (5)$$

$$\text{где } \Delta t_{\text{yx}} = \begin{cases} \Delta t_k, & \text{если } L_k \geq L_{\text{yx}}, \\ \frac{\Delta t_k \cdot L_k + \Delta t_{\text{вз}} \cdot (L_{\text{yx}} - L_k)}{L_{\text{yx}}}, & \text{если } L_k < L_{\text{yx}} \end{cases}$$

$Q_{\text{вз}}$  – тепловыделения в верхней зоне;

$q_{\text{рз}}, q_{\text{вз}}$  – теплопотери рабочей и верхней зон в расчете на 1° температурного перепада, Вт/°С.

При моделировании воздухообмена необходимо стремиться к естественному движению конвективных потоков от вязальных автоматов. Тепловые потоки уносят вредности за пределы рабочей зоны.

Решение системы уравнений (1) – (5) позволяет установить связь между коэффициентом воздухообмена и соотношением расхода приточного воздуха к расходу воздуха в технологической зоне, рис.1. Уменьшение коэффициента воздухообмена с увеличением отношения  $L_{\text{р.з.}}/L_{\text{пр}}$  объясняется тем, что при превышении расхода приточного воздуха ( $L_{\text{р.з.}}$ ) над расходом воздуха в технологической зоне ( $L_{\text{пр}}$ ) избыточный приточный воздух уходит с участка минуя рабочую зону.

При моделировании воздушных потоков в помещении расход воздуха через цилиндр пневмооттяжки принимался равным 153 м<sup>3</sup>/ч. Температура выбрасываемого воздуха из цилиндра пневмооттяжки, согласно паспортным данным, принималась равной 41°С. При моделировании расход воздуха менялся от 25000 м<sup>3</sup>/ч до 50000 м<sup>3</sup>/ч. При этом температура воздуха в рабочей зоне трикотажного производства изменялась от 37°С до требуемых значений.

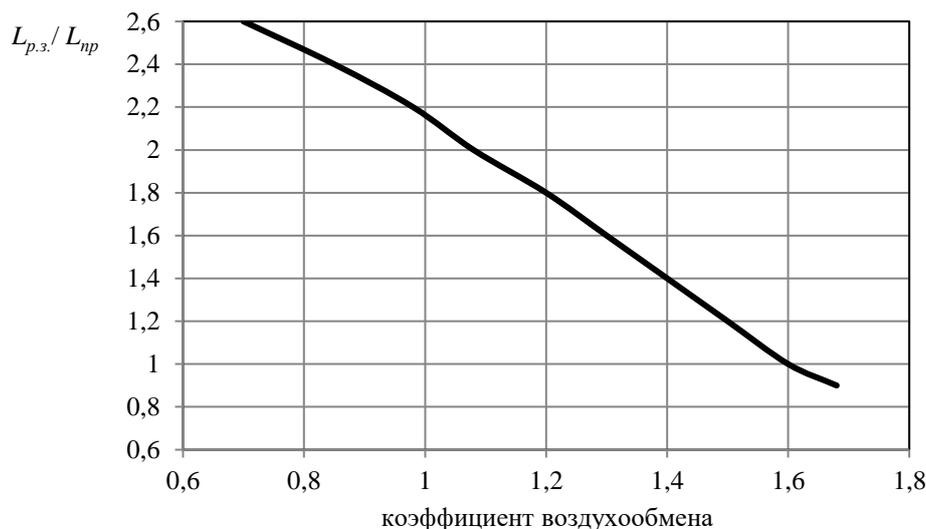


Рис. 1. Зависимость коэффициента воздухообмена от отношения  $L_{\text{р.з.}}/L_{\text{пр}}$

На графике видно, что при увеличении коэффициента воздухообмена уменьшается потребность в приточном воздухе.

На рис. 2, 3 представлены зависимости температуры искусственного микроклимата по длине и высоте рабочей зоны трикотажного цеха от коэффициента воздухообмена при отсутствии теплопоступлений от технологического оборудования в помещение цеха.

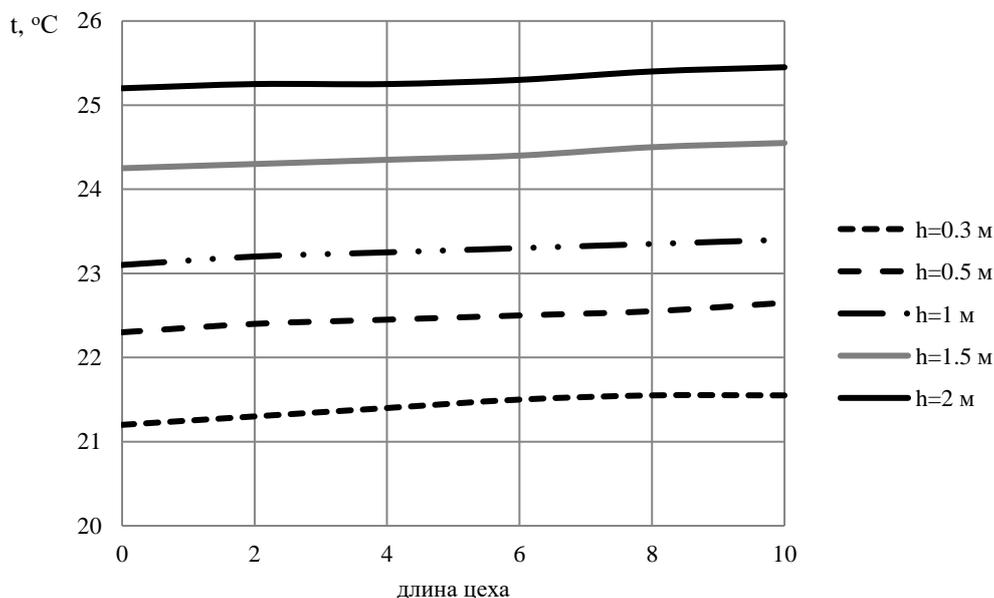


Рис. 2. Распределение температуры воздуха в рабочей зоне по длине вязального цеха

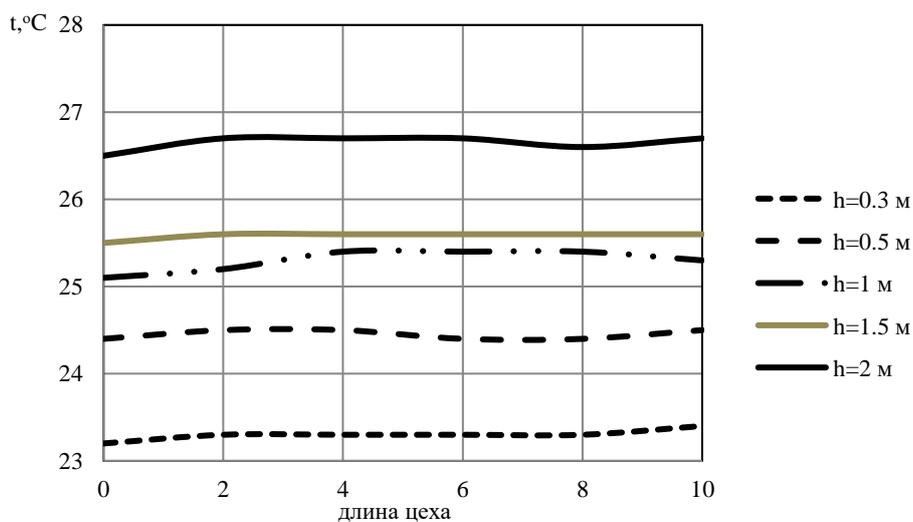


Рис. 3. Распределение температуры воздуха в рабочей зоне по длине вязального цеха без централизованного пневмоотсоса

На количество воздуха, подаваемого в помещении, оказывает влияние не только коэффициент воздухообмена, но и температура воздуха, удаляемого из цеха, рис.4. При значительном уменьшении температуры удаляемого воздуха сокращается перепад температур.

Тепловыделения в цех колеблются в течение рабочей смены в зависимости от стадии вязки, от материала. Производительность вентиляторов пневмоотсосов машин согласно паспортным данным меняется от 127 м<sup>3</sup>/ч до 270 м<sup>3</sup>/ч, количество тепла, поступающего с пневмоотсосами машин – 4700 кДж/ч до 10200 кДж/ч. Варьируя количество теплопоступлений, получена зависимость температуры удаляемого воздуха от количества тепловыделений от технологического оборудования в трикотажный цех, рис.2. При наличии

централизованного пневмоотсоса температура удаляемого воздуха уменьшается более, чем на  $5,2^{\circ}\text{C}$ .

Уменьшение температуры удаляемого воздуха приводит к уменьшению коэффициента воздухообмена. Так, например, при уменьшении температуры удаляемого воздуха на  $3^{\circ}\text{C}$ , количество приточного воздуха увеличивается на  $4,2\%$ .

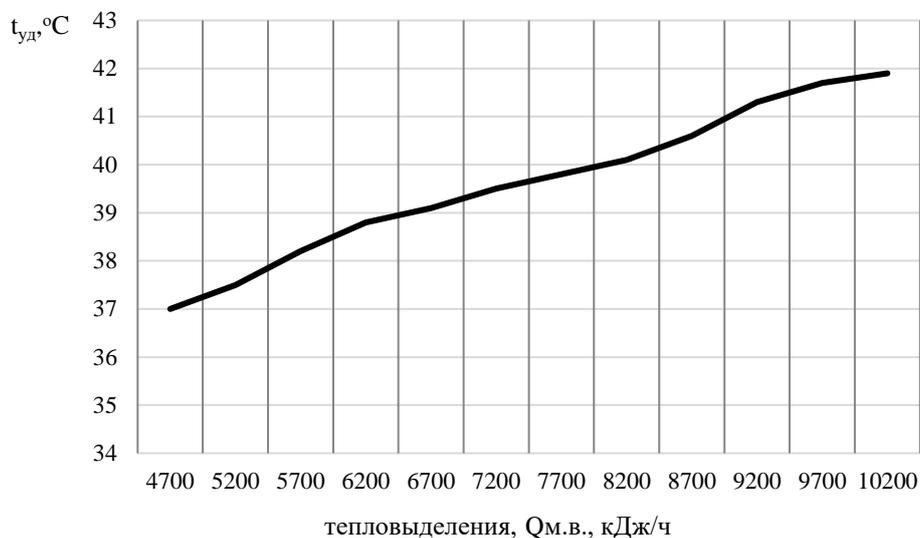


Рис. 4. Зависимость температуры удаляемого воздуха от количества тепlopоступлений

Численными экспериментами установлено, что максимальное количество теплоты, которое может удаляться от вязальных автоматов для данного производства не может превышать  $70\%$ . При описанной схеме организации воздухообмена именно это значение не приведет к значительному изменению коэффициента воздухообмена.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Елин Н.Н., Ометова М.Ю., Рыбкина Г.В. Компьютерная модель турбулентных потоков воздуха в системах вентиляции трикотажного производства // Известия вузов. Технология текстильной промышленности – 2017. – №4. – С. 96-98.
2. Кокорин О.Я. Современные системы кондиционирования воздуха. М.: Издательство физико-математической литературы, 2003. — 272 с.
3. Позин Г.М. Определение количества приточного воздуха для производственных помещений с механической вентиляцией: Метод. рекомен. ВНИИОТ ВЦСПС. — Л., 1983.
4. Ометова М.Ю., Рыбкина Г.В., Андрианова В.С. Моделирование воздухообмена в теплонепряжённых помещениях небольшой высоты // В сборнике: Инженерные и социальные системы. Сборник научных трудов инженерно-строительного института ИВГПУ. Иваново, 2018. С. 55-60.

**ЛИЧНЫЙ ОПЫТ В СФЕРЕ НАУЧНЫХ КОММУНИКАЦИЙ:  
СТУДЕНЧЕСКОЕ НАУЧНОЕ ОБЩЕСТВО**

**PERSONAL EXPERIENCE IN SCIENTIFIC COMMUNICATIONS:  
STUDENT SCIENTIFIC SOCIETY**

А.Е. Крупнов

A.E. Krupnov

Ивановский государственный политехнический университет

Ivanovo State Polytechnic University

E-mail: alexeykrupn@gmail.com

Представленный кейс освещает один из подходов к решению проблемы непривлекательности профессии ученого в молодежной среде, основан на личном опыте автора-студента и, как пример успешного движения в сторону решения имеющейся проблемы, имеет все предпосылки для дальнейшего развития или тиражирования.

В качестве основного механизма достижения цели выступили инструменты научных коммуникаций: от личного участия автора-студента в отдельных мероприятиях по популяризации научных знаний и смены собственного представления о профессии и академической среде, сформированного под влиянием стереотипов - к развитию новых форм и форматов просветительских мероприятий, их апробации и вовлечения в них сокурсников до инициации создания в вузе необходимой инфраструктуры - Студенческого научного общества (СНО).

Ключевые слова: популяризация науки, студенческие научные сообщества, научные коммуникации

The presented case highlights one of the approaches to addressing the issue of unattractiveness of a scientific career among young people. It is based on the personal experience of the author-student and serves as an example of successful progress towards solving this problem, with all the prerequisites for further development or replication.

Scientific communication tools were used as the main mechanism for achieving this goal: from the author's participation in individual events aimed at popularizing scientific knowledge and changing his own perception of the profession and academic environment, shaped by stereotypes – to developing new forms and formats of educational activities, testing them out, engaging fellow students, and ultimately initiating the creation of the necessary infrastructure within the university – the Student Scientific Society.

Key words: science popularization, student scientific societies, scientific communications

Личный опыт, приведенный в статье, крайне актуален, как и рассматриваемая проблема: школа высшего образования требует обновления. В том числе, наиболее важно обновление профессорско-преподавательского состава, ведь согласно расчетам Министерства образования, к 2030 году процент преподавателей вузов младше 39 лет должен составлять не менее 50. Согласно статистике последнего года, в Ивановском Политехе процент ППС младше 39 лет составляет всего 18,4 процента, что меньше среднего значения по России (30%).

Академическая среда играет ключевую роль в развитии науки и образования, формируя будущих специалистов и лидеров в различных областях знаний. Однако в последние годы наблюдается заметное снижение интереса к профессиям ученого и преподавателя среди молодежи. Молодые люди часто имеют ограниченное представление об этих профессиях, основанное на стереотипах и устаревших образах.

И в статье я представляю процесс формирования и развития одного из подходов к решению проблемы, основанный на моем личном опыте действительно являющийся примером успешного ослабления ее остроты в молодежной среде Ивановского Политеха.

Началом моей научной карьеры стало участие в проектном конкурсе «Цифровое просвещение: устранение барьеров радиофобии» компании сотовой связи Tele2 (на момент

написания статьи – t2), в рамках которого я провел комплексное исследование работы сотовой связи и предложил комплекс мер по устранению радиофобии (боязни всех видов излучения, особенно радиоволн сотовой связи) среди населения. Через месяц после победы в проектном конкурсе я через администрацию университета подал заявку на научно-просветительский проект «СЛОН. Солярис лекции о науке», запущенный по инициативе молодых ивановских ученых для студентов и школьников в Центре выявления и поддержки талантливых детей Солярис. Он создан по модели федерального центра Сириус.

Для выступления с лекцией, основанной на моих исследованиях и концепциях разработок, я прошел двухмесячную подготовку с командой проекта «СЛОН» и другими молодыми учеными ивановских вузов и НИИ. И именно на этапе подготовки я не только в полной мере осознал важность работы в команде, обмена опытом, знаниями и идеями, но и сам сменил представление о работе ученого, отказавшись от популярных стереотипов. Именно участие в проекте «СЛОН» определило вектор моей будущей деятельности в вузе.

После выступления на проекте «СЛОН» я принял решение вступить в Студенческое научное общество Ивановского Политеха, которое на тот момент имело маленький состав и было непопулярно среди студентов, поэтому я собрал вокруг себя свою команду таких же заинтересованных в популяризации науки студентов разных курсов и направлений.

Первым проектом Студенческого научного общества Ивановского Политеха стал медиа проект «#Политех\_подкаст», разделенный на два направления: запись подкастов со студентами и аспирантами и запись подкастов с преподавателями и сотрудниками университета. Наши выпуски получили большой охват как среди студентов, так и сотрудников вуза, став, во-первых, инструментом влияния на широкие массы для популяризации научной деятельности и аспирантуры, а во-вторых – профориентационной медиа базой для абитуриентов и школьников, еще выбирающих место обучения. Записанные выпуски позволяют лучше узнать о студенческой и научной жизни вуза, направлениях подготовки, кафедрах и преподавателях. Всего на момент написания статьи записаны и опубликованы в социальных сетях университета 12 выпусков, в среднем набравшие по 5000 просмотров. Планируется дальнейшее развитие проекта с приглашением ученых других ивановских вузов и НИИ, а также специалистов компаний-партнеров и работодателей.

Помимо медиа деятельности, СНО начало разрабатывать, апробировать и внедрять новые формы и форматы научно-просветительских мероприятий, среди которых:

– Онлайн-викторина «ТРИ×ТРИ», публикуемая в социальных сетях ИВГПУ и направленная на изучение студентами истории, достижений и научных исследований вуза;

– Научпоп лекции, викторины и игры, посвященные строительству, экологии, текстильным и нетканым материалам;

– Научные фестивали и всероссийские проекты: «ФизХимФест», проведенный на базе ИВГПУ в июне 2024 года по инициативе ученых ИФХЭ РАН; «ТехноНаставники»; «Сириус.Лето»;

– Профориентационные встречи с абитуриентами, мастер-классы и экскурсии по кафедрам и др.

– Научные конференции и конкурсы: рабочая группа СНО совместно с администрацией ИВГПУ участвовало в организации и проведении НПМФ «SMARTEX» и конкурса «ЛЕГПРОМНАУКА», в рамках которых и создается данная статья.

На данный момент СНО ИВГПУ постоянно растет и развивается, принимая новых студентов, заинтересованных как в организации и проведении научно-популяризаторских и развлекательных мероприятий, так и серьезных научных исследованиях и изысканиях.

Таким образом, мой личный опыт, опыт моих коллег и работа наших наставников демонстрирует происходящий в настоящий момент в вузе реальный процесс движения от несистемных, случайных и разобщенных коммуникационных действий до создания необходимой инфраструктуры в виде СНО и хорошо организованной и спланированной работы по популяризации науки и профессий преподавателя и ученого среди студентов, а также привлечению их к полноценным научным исследованиям и подготовке к аспирантуре.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Радиофобия, потеря слуха, браузерный плагин. Открытия на «СЛОНе» // IvanovoNews URL: <https://www.ivanovonews.ru/reports/1345752/>
2. Горящие вышки и другие прелести технологического прогресса // СЛОН URL: [https://vk.com/s\\_lo\\_n\\_37?w=wall-220903431\\_912](https://vk.com/s_lo_n_37?w=wall-220903431_912)
3. О санитарно-гигиенических требованиях к размещению базовых станций сотовой связи // Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Волгоградской области URL: <https://34.rospotrebnadzor.ru/content/193/7677/>
4. Методика расчета показателя "доля профессорско-преподавательского состава в возрасте до 39 лет в общей численности профессорско-преподавательского состава // НПА Нормативно-правовые акты URL: <https://bazanra.ru/minobrnauki-rossii-rasporiazhenie-n419-r-ot01112021-h5407957/metodika2/>
5. Национальный проект "Наука и университеты" // Министерство науки и высшего образования Российской Федерации URL: [https://minobrnauki.gov.ru/nac\\_project/](https://minobrnauki.gov.ru/nac_project/)

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТИПА АДГЕЗИОННОЙ ДОБАВКИ НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЛИЦЕВЫХ СЛОЁВ ПОЛИВИНИЛХЛОРИДНЫХ ТЕНТОВЫХ МАТЕРИАЛОВ**

**RESEARCH OF THE EFFECT OF THE TYPE OF ADHESIVE ADDITIVE ON THE PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF THE FRONT LAYERS OF POLYVINYL CHLORIDE AWNING MATERIALS**

Н.Р. Лотоцкий, Г.М. Коваленко, А.Н. Рассадина  
N.R. Lotockij, G.M. Kovalenko, A.N. Rassadina

Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина  
(Технологии. Дизайн. Искусство.) (Москва)  
Kosygin Russian State University (Technologies. Design. Art.) (Moscow)  
E-mail: kick119311@yandex.ru, gregoryi84@mail.ru

В работе получены плёночные материалы на основе поливинилхлорида, содержащие адгезионные добавки различной природы. Изучены показатели прочности при разрыве, относительного удлинения и жёсткости изготовленных плёночных материалов. На основе полученных данных сделаны выводы об изменении свойств и пригодности использования плёнок на основе ПВХ, модифицированных адгезионными добавками различной природы, для лицевых и изнаночных слоёв тентовых материалов.

Ключевые слова: поливинилхлорид, тентовые материалы, плёнки, адгезивы, лицевой слой, ракельное нанесение.

The paper obtained film materials based on polyvinyl chloride containing adhesive additives of various nature. The indicators of tensile strength, elongation and stiffness of manufactured film materials have been studied. Based on the data obtained, conclusions are drawn about changes in the properties and suitability of PVC-based films modified with adhesive additives of various nature for the front and back layers of awning materials.

Keywords: polyvinyl chloride, awning materials, films, adhesives, front layer, blade application.

Тентовые материалы представляют собой многослойные изделия, состоящие из полиэфирной ткани, на которую наносят лицевой или изнаночный слой на основе ПВХ-пластизоля с возможностью дальнейшей отделки. Одним из показателей эксплуатационных свойств тентовых материалов является адгезионная прочность между слоями. Традиционно в рецептуре ПВХ-композиций для искусственных кож с целью повышения межслоевой адгезии используют эпоксидиановые и перхлорвиниловую смолы, диизоцианаты, олигоэфиракрилаты и различные силаны.

Введение промоутеров адгезии, изменение структуры материала путём нанесения монолитных отделочных слоёв, использование основ с высокой поверхностной плотностью, а также добавление слоистых наполнителей в рецептуру полимерной композиции обеспечивает создание тентовых материалов с высоким показателем воздухопроницаемости (герметичные материалы). [1]

К таким материалам предъявляются требования по следующим показателям: поверхностная плотность, сопротивление разрыву и раздиру, адгезионная прочность, газопроницаемость и морозостойкость. Поэтому актуальной задачей является поиск рецептурно-технологических решений для достижения воздухопроницаемости в сочетании с высокими показателями эксплуатационных свойств. [2]

Цель работы – разработка рецептуры ПВХ-пластизолой и исследование влияния адгезионных добавок различной природы на физико-механические свойства лицевых слоёв тентовых материалов.

Объектами исследования в работе являлись ПВХ-пластизоли, в состав которых входили следующие компоненты: ПВХ микросуспензионный (ПВХ-МС) марки 372NF (ТУ

20.16.30-007-83385954-2018, «Русвинил», Россия), пластификатор диоктилтерефталат (ДОТФ) (ТС-СХП-06/2019, «СИБУР», Россия), пластификатор диоктиладипинат (ДОА) (ГОСТ 8728-88, «Башнефтехимпродукт», Россия), термостабилизатор марки «L-465» («Akdeniz Kimyasal Urunler», Турция), деаэратор марки «Newotec-010» («Newos», Германия), смола эпоксидно-диановая марки ЭД-20 (ГОСТ 10587 – 84, («НПК Лакокраспокрытие», Россия), отвердитель полиэтиленполиамин (ПЭПА) (ТУ 2413-357-00203447-99, «Химпром-М», Россия), 3-аминопропилтриэтоксисилан «АГМ-9» (АО «Морозовский химический завод», Россия), перхлорвинил (ПХВ) ПСХ-ЛС, содержание хлора 61–65 % (Китай).

Согласно данным производителей и литературным данным, разработаны примерные рецептуры для получения тентовых материалов, содержащих различные промоутеры адгезии (табл.1-4).

Таблица 1

Рецепт плёночных материалов, содержащих адгезионную добавку АГМ-9

Компоненты	Рецепт слоя, м.ч.
ПВХ МС 372NF	100
ДОТФ	50-80
ДОА	-
Деаэратор NEWOTEC-010	0,5-3
Стабилизатор L-465	1-5
Адгезив АГМ-9	1-5

Таблица 2

Рецепт плёночных материалов, содержащих адгезионную добавку ПХВ

Компоненты	Рецепт слоя, м.ч.
ПВХ МС 372NF	100
ДОТФ	50-80
ДОА	3-10
Деаэратор NEWOTEC-010	0,5-3
Стабилизатор L-465	1-5
Адгезив ПХВ	5-20

Таблица 3

Рецепт плёночных материалов, содержащих адгезионную добавку ЭД-20 + ПЭПА

Компоненты	Рецепт слоя, м.ч.
МС 372NF	100
ДОТФ	50-80
ДОА	3-10
Деаэратор NEWOTEC-010	0,5-3
Стабилизатор L-465	1-5
Адгезив ЭД-20+ПЭПА	5-20

Таблица 4

Рецепт плёночных материалов, содержащих адгезионную добавку ЭД-20 + АГМ-9

Компоненты	Рецепт слоя, м.ч.
ПВХ МС 372NF	100
ДОТФ	50-80
ДОА	-
Деаэратор NEWOTEC-010	0,5-3
Стабилизатор L-465	1-5
Адгезив ЭД-20+АГМ-9	5-20

Для создания тентового материала необходимо изучить структуру и свойства плёночных материалов как отдельную часть изделия. На основании приведённых в таблицах 1-4 рецептов были получены плёнки, содержащие адгезионные добавки, введённые в различном количестве.

Исследование физико-механических свойств плёночных материалов необходимо для прогнозирования показателей свойств лицевых и изнаночных слоёв в готовом тентовом материале. Оценивая относительное удлинение, предел прочности при растяжении и жёсткость плёнок, можно прогнозировать такие свойства тентовых материалов, как устойчивость к многократному изгибу, прочность сварного шва и др.

Лабораторные образцы плёночных материалов получены рапельным способом на стекле с зазором ракли 400 мкм. Желирование проводилось в термошкафу при температуре 180°C в течение 10 минут.

На первом этапе были определены значения показателей предела прочности при растяжении и удлинения образцов плёночных материалов. Результаты испытаний представлены на рис. 1,2.

Видно, что с введением адгезионных добавок показатели прочности проходят через максимум, что делает возможным определение количества добавки, при содержании которой достигаются наиболее высокие показатели физико-механических свойств плёнок. Введение модифицирующих добавок позволяет сохранить значения прочности при растяжении на уровне показателя немодифицированной плёнки. Отсутствие влияния содержания промоутеров адгезии на предел прочности при растяжении происходит, скорее всего, вследствие образования сетки зацеплений между макромолекулами ПВХ и промоутерами адгезии. При использовании эпоксидной смолы ЭД-20 в сочетании с отвердителем АГМ-9 максимальное значение прочности при растяжении увеличивается на 25% по сравнению с немодифицированной плёнкой, что, предположительно, происходит вследствие образования наиболее прочных физических связей за счёт высокой плотности сшивки молекул эпоксидной смолы и отвердителя АГМ-9.

Выявлено, что значения показателя относительного удлинения плёнок, модифицированных адгезивами, также проходят через максимум, как и показатель прочности при разрыве данных образцов. Введение промоутеров адгезии приводит к снижению относительного удлинения в среднем в 1,5-2 раза. Уменьшение эластичности плёнок, предположительно, объясняется тем, что в среде линейных макромолекул ПВХ образуется новая фаза, соответствующая адгезионным добавкам АГМ-9 или ПВХВ, либо сшитая фаза, как в случае ЭД-20 с АГМ-9 и ЭД-20 с ПЭПА, что придаёт плёночным материалам жёсткость и снижает эластичность.

Тенты, используемые для создания укрытий для техники, ангаров, боновых заграждений, средств спасения человека, подвергаются воздействию циклических нагрузок в условиях растяжения-сжатия и высокого давления, поэтому для таких тентовых материалов важным является показатель устойчивости к многократному изгибу. В связи с этим было необходимо оценить жёсткость образцов плёночных материалов, имитирующих лицевые и изнаночные слои искусственных кож. Результаты испытаний представлены на рис. 3.

Из рисунка 3 видно, что введения адгезионной добавки АГМ-9 в композицию приводит к снижению показателя жёсткости по сравнению с немодифицированным образцом на 25%. Предположительно, это можно объяснить пластифицирующим действием АГМ-9 на ПВХ на границах надмолекулярных структур.

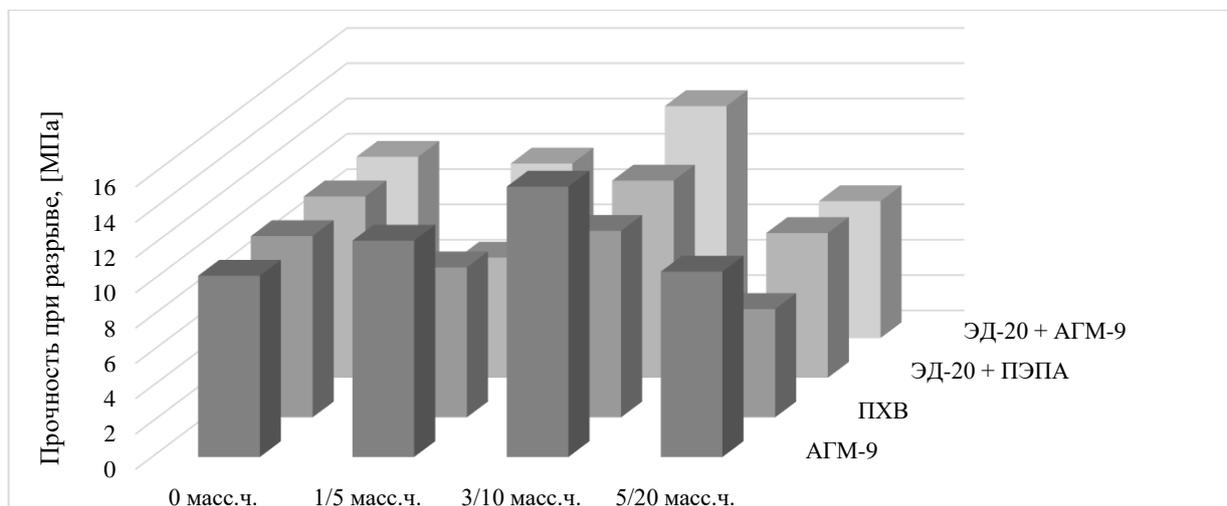


Рис.1. Зависимость предела прочности при разрыве плёночных материалов от содержания адгезионной добавки

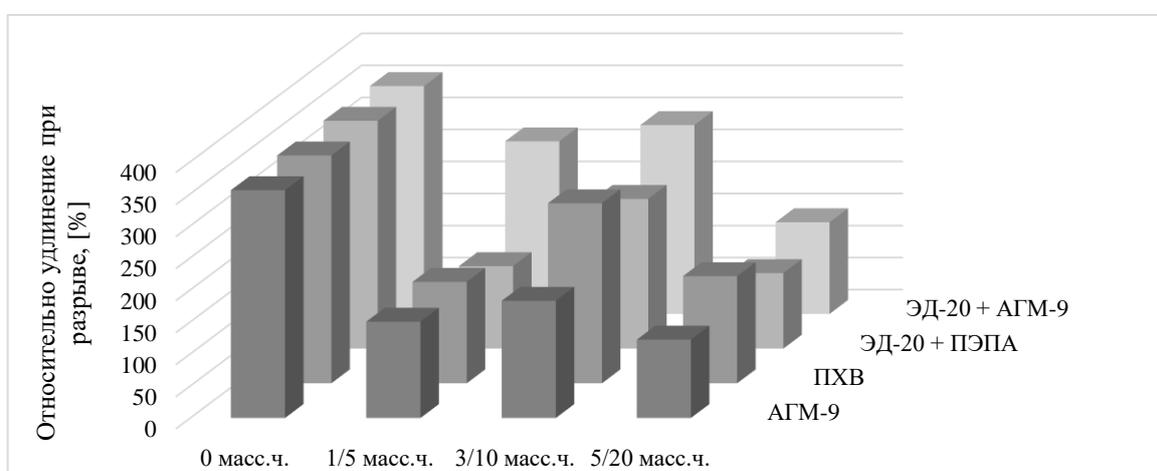


Рис.2. Зависимость относительного удлинения при разрыве плёночных материалов от содержания адгезионной добавки

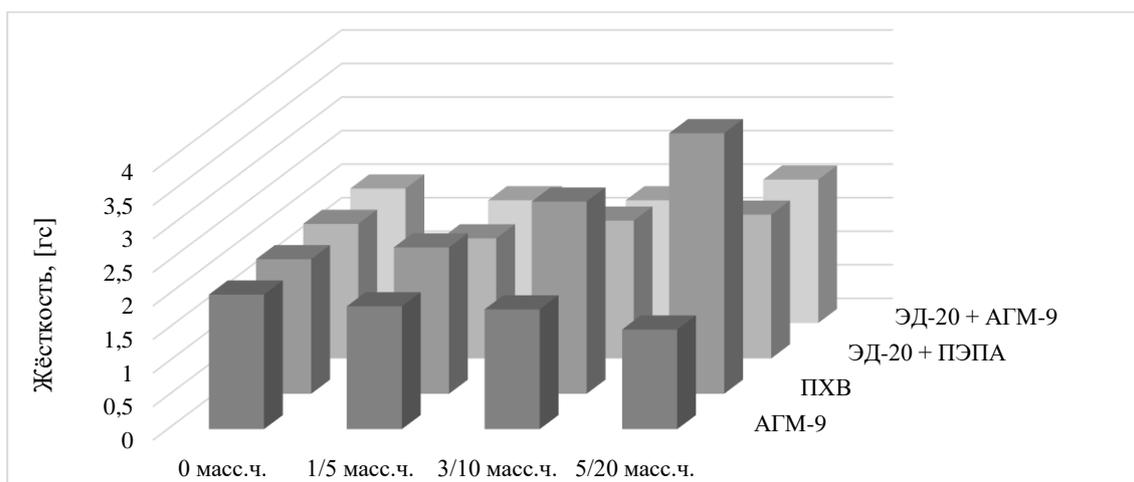


Рис.3. Зависимость жёсткости плёночных материалов от содержания адгезионной добавки

Установлено, что введение ПВХ в пластизол приводит к увеличению жёсткости плёнок от 2 до 3,8 гс по сравнению с образцом без адгезионной добавки. Предположительно, это можно объяснить жёсткоцепным строением перхлорвиниловой смолы, которая повышает жёсткость макромолекулярного каркаса и не оказывает пластифицирующее действие на макромолекулы ПВХ.

Модификация ПВХ-композиции такими добавками, как ЭД-20 с отвердителями АГМ-9 и ПЭПА, при содержании добавок в количестве 1 и 5 масс.ч. соответственно, приводит к незначительному снижению показателя жёсткости, а при увеличении количества добавок до 5 и 20 масс.ч. соответственно, происходит увеличение жёсткости в среднем на 7%. Предположительно, это явление обусловлено незначительным количеством физических связей между сшитой сеткой эпоксидной смолы и линейными макромолекулами ПВХ. В этом случае фаза ЭД-20, сшитая ПЭПА, может выступать в качестве структурного пластификатора для ПВХ. Возможно, увеличение показателя жёсткости в комплексе с повышением количества добавок связано с ростом числа физических зацеплений путём образования адгезионных контактов между макромолекулами ПВХ и сшитой фазой ЭД-20.

Таким образом, в работе были изучены физико-механические свойства образцов плёнок, имитирующих лицевые и изнаночные слои тентовых материалов. Установлено, что показатель прочности при разрыве плёнок изменяется незначительно, тогда как относительное удлинение снижается в среднем в 1,5-2 раза.

Показано, что введение в композицию на основе ПВХ адгезива АГМ-9 приводит к снижению жёсткости до 25%, тогда как ПВХ значительно увеличивает показатель жёсткости на 92%, тогда как модификация пластизола ЭД-20 в комбинации с различными отвердителями оказывает незначительное влияние на жёсткость плёнок.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Омирова М.З., Чагина Л.Л. Анализ современного ассортимента материалов для изготовления тентов / Омирова М.З., Чагина Л.Л. // Фундаментальные и прикладные проблемы создания материалов и аспекты технологий текстильной и легкой промышленности. Сборник статей Всероссийская научно-техническая конференция. под ред. Л. Н. Абуталиповой. 14–15 ноября, 2019 г. — Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2019. — С. 243-248.
2. Патент № 2370369 Российская Федерация, МПК В32В 27/00 (2006.01), В32В 27/06 (2006.01), В32В 27/08 (2006.01), В32В 27/12 (2006.01), В32В 27/18 (2006.01), В32В 27/22 (2006.01), В32В 27/36 (2006.01), D06N 3/00 (2006.01), D06N 3/04 (2006.01), D06N 3/06 (2006.01), C08F 12/00 (2006.01). Многослойный укрывной тентовый полимерный материал : № 2008100970/04 : заявл. 09.01.2008 : опубл. 20.10.2009 / Сорокина В.А., Смирнов Л.Н., Пискунова Е.Е., Кузнецова С.В., Смирнова К.А., Васильев Д.М., Колесников А.А. – 13 с.

## ИССЛЕДОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОРИГИНАЛЬНОГО ДЕКОРА ДЛЯ СОЗДАНИЯ ШВЕЙНЫХ ИЗДЕЛИЙ

### MODERN TECHNOLOGIES RESEARCH OF ORIGINAL DECOR FOR CREATING GARMENTS

Е.А. Лузина, О.В. Метелева

E.A. Luzina, O.V. Meteleva

Ивановский государственный политехнический университет

Ivanovo State Polytechnic University

E-mail: luzinaelizaveta702@gmail.com, olmet07@yandex.ru

На основе исследования различных видов декорирования изделий, как традиционных так инновационных, была разработана концепция, эскизы коллекции сумок, идеей создания которой является смешение традиционных методов декорирования и инновационных, а именно аддитивных технологий. Смоделирована модель сумки в программе 3D-моделирования Blender.

**Ключевые слова:** декор, комбинирование, смешение, 3D-печать, аддитивные технологии

Based on the study of various types of decoration of products, both traditional and innovative, a concept was developed, sketches of a collection of bags, the idea of which is to mix traditional methods of decoration and innovative, namely additive technologies. 1 bag model was modeled in the 3D modeling program Blender.

**Keywords:** decor, combination, mixing, 3D printing, additive technologies

Декорирование швейных изделий являются важным аспектом модной индустрии и истории одежды. С древнейших времен с помощью различных элементов, таких как вышивка, аппликация, кружево, шнуровка и прочие, можно было придать изделию индивидуальность и неповторимость. Современный декор далеко ушел от исторических образцов и технологий исполнения. Дизайнеры сознательно иницируют новаторские способы применения технологий для получения новых решений [1, с. 156].

Постоянное обращение дизайнеров к традиционным техникам позволяет предположить, что они останутся актуальными на протяжении долгого времени. Однако, технологии развиваются быстрыми темпами, предлагая новые способы украшения и дизайна изделий. С помощью цифровой вышивки, термопечати, лазера, а также других инновационных методов можно создавать уникальные узоры, рисунки и элементы декора на тканях. Комбинация различных техник и материалов позволяет добиться неповторимого вида изделий, которые будут выглядеть стильно и современно [1].

Комбинирование видов декора друг с другом оказывает значительное влияние на развитие декорирования костюма и моды в целом. При этом очевидно, что в наше время дизайн развивается в двух взаимодополняющих друг друга направлениях, первое из которых стимулирует внедрение новых технологий в производство материалов и изделий, а второе направлено на развитие традиционных и инновационных техник и приемов декорирования [1].

Основная цель исследования – изучение различных методов и техник декорирования швейных изделий, как традиционных, так и современных; исследование и анализ популярности и актуальности разных видов декора, изучение способов смешения декора друг с другом, с выделением их особенностей и видов; создание на основе проведенного анализа новых моделей сумок на основе комбинации традиционных и инновационных техник.

Традиционный декор подразумевает использование уже устоявшихся методов и приемов, которые применяются уже много лет. Он является носителем символического и эмоционального наполнения проектируемых изделий [1, с. 156]. Традиционный декор

включает в себя использование классических техник и элементов, которые были созданы и применяются давно и передавались из поколения в поколение: вышивка, кружево, аппликация, плетение и т.д.

Большинство элементов декорирования выполнялись при помощи основных составляющих, таких как волокно, нить, пряжа, а также различного вида тканей.

В англоязычной статье «*Textile*», автором которой является Чарльз С. Уэлл, раскрыта история развития текстильной промышленности. Автор подробно рассматривает процессы, связанные с преобразованием волокон в пряжу, изготовлением ткани, отделочными операциями, применяемыми к текстилю, использованием текстильных материалов и взаимоотношениями между производителем и потребителем. Как пишет автор, «текстиль – это любая нить, волокно или пряжа, из которой можно изготовить ткань, и получить материал». Этот термин происходит от латинского слова *textilis* и французского термина *texere*, что означает «ткать», и первоначально он относился только к тканым материалам. Однако в последнее время этим словом стали охватывать текстильные материалы, произведенные другими способами. Таким образом, нити, шнуры, веревки, тесьмы, кружева, вышивка, сетки и ткани, изготовленные методом ткачества, вязания, склеивания, связывания иными неткаными способами волокон в полотно или тафтинга, являются текстилем. Некоторые определения термина «текстиль» также включают изделия, полученные по принципу изготовления бумаги, которые обладают многими свойствами, присущими обычным тканям» [2].

Традиционный декор в свою очередь следует разделять на плоскостной и объемный. К плоскостному декору относятся окрашивание ткани, роспись [1], перфорация, вышивка, инкрустация, пэчворк, печать, солнечный принт, аппликация. К объемному – декорирование материалами, фурнитурой, отделочными деталями, объемной вышивкой, аппликацией, плетением, перфорацией, создание фактуры на поверхности ткани (буфы, гофре, плиссе).

Одним из самых популярных направлений декора является вышивка. Ее разновидности и стили очень многообразны. С приходом инноваций вышивка стала выполняться не только вручную, но и на специальных вышивальных машинках.

Также есть конструктивный способ отделки изделий, что тоже несет в себе функцию декорирования – это драпировки, дополнительные конструктивные членения деталей, складки во всем их конструктивном многообразии, мелкие детали – клапаны, погоны, карманы, хлястики, паты и пр.

Конструктивно-технический декор он в свою очередь, включает в себя применение различных конструктивных элементов, в том числе отделочных материалов, таких как отделочные строчки, отделочные детали, а также такие отделочные детали в виде оборок, рюшей, воланов и т.д.

Инновационный декор проник во все сферы, включая и модную индустрию. Вступая в активное взаимодействие с различными смежными областями деятельности человека, он влечет за собой технологические заимствования из других сфер и профессий, что рождает новые техники и технологии декорирования, в том числе с применением вновь разрабатываемых полимерных материалов и красителей: 3D-печать [3], [4], лазерные технологии, технологии перфорации [4], голография, использование пластика, силикона и других, ранее нехарактерных для декора материалов [4, с. 1293].

Например, можно выделить несколько направлений так называемого технологического инновационного декора:

1. Химический декор предполагает использование химических веществ, таких как красители или специальные покрытия, которые применяются с использованием компьютерных технологий, позволяющих создавать необычные эффекты, изображения на поверхности декорируемых изделий.

2. Нано-химический декор – это создание изделий с применением встроенного оборудования, MP3-плееры, различные виды проводов, гаджеты, светящихся элементов.

3. Особое внимание в настоящее время уделяется такому направлению, как экологический вид декора. Этот вид декора появился в модной индустрии в ответ на растущее осознание вреда, который производят традиционные методы производства на окружающую среду. С развитием экологического движения люди стали более внимательны к выбору товаров, отдавая предпочтение тем, которые созданы с учетом принципов устойчивого развития. Экологический декор основан на использовании натуральных, экологически чистых материалов, таких как дерево, бамбук, хлопок, лен и т.д. Он призван подчеркнуть красоту и уникальность природы, а также поддерживать и развивать экологические принципы в создании изделий и предметов декора. Модные бренды и дизайнеры все чаще включают в свои коллекции предметы с использованием экологических материалов и природной текстуры. Этот тренд стал символом ответственного отношения к окружающей среде и продолжает приобретать популярность среди потребителей.

Технология цифрового изготовления – это создание объектов и элементов декора с помощью аддитивных технологий. Аддитивные технологии или 3D-печать – это создание физических объектов из геометрического представления путем последовательного добавления материалов. Технология 3D-печати все чаще используется для массовой кастомизации, производства любых типов конструкций с открытым исходным кодом в области сельского хозяйства, здравоохранения, автомобильной промышленности, локомотивной промышленности и авиации. Технология 3D-печати проникла и в сферу розничной торговли, на рынке появились обувь с 3D-печатью, ювелирные изделия, потребительские товары и одежда [4].

Производство товаров с индивидуальными характеристиками — один из трендов потребительского рынка. Кастомизацией занимаются, в первую очередь, небольшие студии и мастерские, предлагающие эксклюзивные украшения. Они печатают созданные по эскизам заказчика цифровые модели или отливают их из драгоценных материалов по напечатанным на 3D-принтере формам.

Сейчас на рынке аксессуаров аддитивные технологии, такие как 3D-печать, становятся всё более популярными благодаря своей способности создавать уникальные формы и дизайны, а также снижать количество отходов при производстве. На данный момент существует множество западных брендов и стартапов, которые занимаются проектированием изделий с помощью 3D-моделирования и 3D-печати, но малая часть из них выпускает такие аксессуары как сумки. Но все может измениться, благодаря доступности технологий и растущему интересу к индивидуализации продукции количество новых игроков и индивидуализированной продукции на рынке может возрасти.

Разрабатываемый проект предполагает комбинацию аддитивных технологий и традиционных ручных техник: в данное время это является необычной практикой. И пока мало где применяется. Такое сочетание позволит дизайнерам и художникам расширить свои творческие возможности, комбинируя точность современных технологий с уникальностью и индивидуальностью ручной работы.

Применение аддитивных технологий позволит быстро создавать сложные формы и детали, а традиционные техники, такие как вышивка бисером, аппликация или различное сочетание разных ручных техник, могут внести в изделия определенное видение и смысл, заложенный художником. Например, дизайнеры могут создавать прототипы с помощью 3D-печати, а затем дорабатывать их вручную, добавляя текстуры или выполняя роспись. Художники могут использовать 3D-печать для создания основ, которые затем обрабатываются с помощью традиционных технологий.

Таким образом, такое смешение технологий способствует созданию уникальных и инновационных изделий, открывая новые горизонты для творчества и практического применения.

Глобальная цифровизация экономики, стандартизация материалов, технологий и оборудования привели к тому, что 3D-печать перестала быть способом изготовления единичных образцов и нестандартных форм, став частью производственного процесса.

Конкуренция требует от компаний использования современных технологий для быстрого вывода на рынок качественных новых изделий, и при правильном подходе к формированию технологического процесса, выбору оборудования и специализированного программного обеспечения аддитивные технологии смогут не просто быть наравне с традиционными методами производства, но и обойти их по многим параметрам [3].

Создание сумок с помощью аддитивных технологий может быть актуально для различных групп людей: те, кто заботится об экологии, могут быть заинтересованы в сумках, изготовленных из переработанных или экологически чистых материалов, которые могут быть произведены с использованием 3D-технологий. Люди, желающие выделиться и иметь уникальную продукцию, могут оценить возможность создания сумок на заказ с использованием аддитивных технологий.

Идея создания разрабатываемой коллекции «Golden hour» заключается в смешении инновационных и традиционных техник, в создании необычного дизайна форм, текстуры, в самостоятельной разработке и выполнении элементов декора и аксессуаров. Название коллекции «Golden hour» вдохновлено временем на закате и рассвете, когда солнце располагается почти над горизонтом. В таком положении лучи светят под сильным наклоном, свет получается мягкий и рассеянный. Иногда в это время в озарённых лучами водах можно увидеть, как рыбки проплывают в солнечном свете на поверхности воды, их плавники и чешуя поблескивают от света, а в глубине множество необычных растений, кораллов, водорослей и т.д.

Цвета коллекции: основные цвета – белый, серебряный, золотой, а также зеленоватые и голубые оттенки. Традиционными декоративными элементами в коллекции являются: бисерная вышивка, аппликация, ковровая техника punch needl (гобелен), а также создание эффекта солнечного свечения достигается путем добавления аэрозольной золотой, серебряной краски.

На основе концептуальной составляющей проекта был разработан moodboard представленный на рис. 1.



Рис. 1. Moodboard

Рыбы как главный декоративный элемент олицетворяют водную стихию, ее неотъемлемую часть. Вдохновением для создания художественных эскизов послужила рыбка-петушок, эти рыбки известны своими роскошными хвостами и богатой палитрой всевозможных окрасок. Коллекция состоит из 3-х моделей сумок. Трендовыми формами сумок сезона «весна-лето» 2024-2025 г.г. являются: сумка-хобо, сумка «ведро», сумка «багет». Эскизная коллекция представлена на рис. 2.

Для создания 3D моделей – форм изделий, а также некоторых декоративных элементов, таких как рыбки, водоросли, кораллы применены и частично изучены программы Компас 3D, Blender. Выполнено моделирование сумки модели 1 коллекции «Golden hour» в программе Blender. Результаты моделирования представлены на рис. 3.

Таким образом, проект «Golden hour» становится важным шагом в интеграции современных технологий и традиционного искусства в сферу моды и аксессуаров.



Рис. 2. Эскизы коллекции сумок «Golden hour»

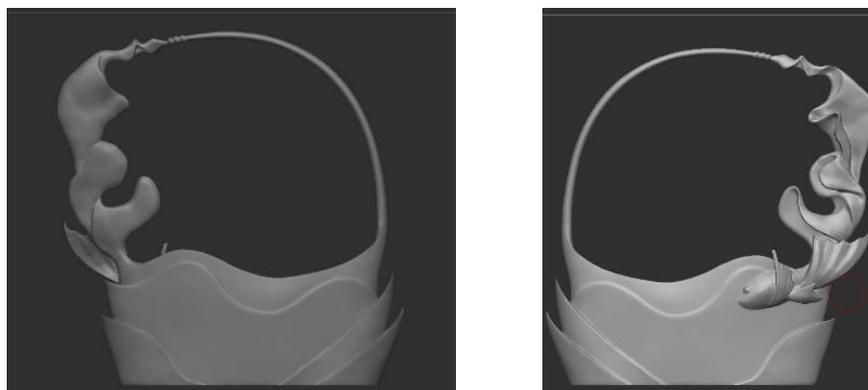


Рис. 3. Результаты моделирования сумки модели 1 «Golden hour» в программе Blender

Использование 3D-печати наряду с ручными техниками позволяет создавать сумки, которые не только отвечают современным требованиям экологии и индивидуализации, но и имеют уникальный эстетический вид.

Смешение различных техник декорирования, как традиционных, так и современных, открывает новые горизонты для дизайнеров, позволяя им экспериментировать с формами, текстурами и стилями. Во время работы над коллекцией учитываются не только эстетические факторы, но и практическое применение результатов. Данный подход дает возможность создать функциональные и при этом уникальные изделия, которые могут привлечь внимание целевой аудитории.

Важным аспектом является также использование программного обеспечения для создания 3D-моделей, такое как Компас 3D и Blender. Эти инструменты позволяют проектировать детали и элементы декора с высокой точностью, что значительно улучшает качество конечного продукта. Дизайнеры могут легко вносить изменения, тестировать новые идеи и быстро адаптироваться к меняющимся модным тенденциям.

Проект «Golden hour» не только исследует актуальные направления в декорировании, но и предлагает практическое применение полученных знаний, создавая уникальные аксессуары для современных потребителей.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Соснина, Н.О., Герасимова, А.Л., Тимофеева, М.Р., Васильева, Э.В. Декор в современном костюме. Возможности и перспективы / Научный Костюмология / Journal of Clothing Science

- <https://kostumologiya.ru> 2019, №1, Том 4 / 2019, No 1, Vol 4.pdf . Дата публикации - 23.03.2019.
2. Britannica. Textil. [Электронный ресурс]. - <https://www.britannica.com/topic/textile>. Режим доступа: 24.09.2024.
3. 3D Today. 3D- печать. [Электронный ресурс]. - <https://3dtoday.ru/blogs/news3dtoday/additivnye-technologii-dan-mode-ili-garantiya-uspeha>. Режим доступа: 24.09.2024.
4. Elsevier B.V. Peer-review under responsibility of the organizing committee of SMPM / An Overview on 3D Printing Technology: Technological, Materials, and Applications N. Shahrubudina , T.C. Leea,\* , R. Ramlana 2019. 10.1016/j.promfg.2019.06.089

**ИССЛЕДОВАНИЕ НАБУХАНИЯ КОМПОЗИЦИИ ИЗ КОНОПЛЯНОГО ВОЛОКНА, КРАХМАЛА, ГЛИЦЕРИНА, ПОЛИВИНИЛОВОГО СПИРТА, ЛИМОННОЙ КИСЛОТЫ И ВОДЫ ДЛЯ МЕДИЦИНСКИХ ПОВЯЗОК СРАВНИТЕЛЬНО РОССИЙСКИХ ПЕРЕВЯЗОЧНЫХ СРЕДСТВ**

**STUDY OF SWELLING OF A COMPOSITION OF HEMP FIBER, STARCH, GLYCERIN, POLYVINYL ALCOHOL, CITRIC ACID AND WATER FOR MEDICAL DRESSINGS**

Д.А. Лутова, А.Н. Захарова, М.С.Лисаневич  
D.A. Lutova, A.N. Zakharova, M.S. Lisanevich

Казанский национальный исследовательский технологический университет  
Kazan National Research Technological University  
E-mail: lutovad@bk.ru, nastzah5@gmail.com, lisanevichms@gmail.com

Проведен сравнительный анализ характеристик набухания композиции, содержащей 40 г воды, 0,2 г волокон, 0,75 г глицерина и 0,75 г лимонной кислоты, 0,5 г ПВС и 1 г крахмала сравнительно перевязочных средств, представленных на рынке (Унипласт, Верофарм, Wellfix). В ходе исследования выявлено, что композиция на основе конопляных волокон, воды, глицерина, ПВС и крахмала находится на уровне российского аналога «Верофарм» и составляет 3,27 г/г.

**Ключевые слова:** конопляное волокно; набухание, композиция; ПВС; лимонная кислота; повязка, глицерин; крахмал

A comparative analysis of the swelling characteristics of a composition containing 40 g of water, 0.2 g of fibers, 0.75 g of glycerin and 0.75 g of citric acid, 0.5 g of PVA and 1 g of starch was carried out compared to dressings available on the market (Uniplast, Veropharm, Wellfix). The study revealed that the composition based on hemp fibers, water, glycerin, PVA and starch is at the level of the Russian analogue "Veropharm" and is 3.27 g / g.

**Keywords:** hemp fiber; swelling, composition; PVA; citric acid; dressing, glycerin; starch

Набухание – процесс, при котором перевязочное средство увеличивает свой объем за счет впитывания экссудата из раны. Это важная характеристика, потому что хорошее набухание свидетельствует о том, что раневая повязка способна впитывать большое количество жидкого содержимого из раны и сохранять его внутри себя, предотвращая протекание и защищая рану от инфекции. Кроме того, оно помогает создать благоприятную микроклиматическую среду для заживления раны. Поэтому выбор повязки с оптимальной характеристикой набухания имеет большое значение для быстрого лечения раны [1,2,3,4].

Для проведения исследования набухания были отобраны некоторые перевязочные средства, имеющиеся на российском рынке (Унипласт, Верофарм, Wellfix а также разработанная композиция на основе конопляных волокон, которая в ходе исследования сорбционной емкости показала наилучшие результаты. Перевязочные средства были выбраны в ходе схожей выполняемой функции (заживление ран), но различные по составу. Композиция содержала 40 г воды, 0,2 г волокон, 0,75 г глицерина и 0,75 г лимонной кислоты, 0,5 г ПВС и 1 г крахмала.

В ходе проведения научных испытаний оценивались следующие характеристики:

- коэффициент набухания (г / г; при  $t = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ ),

$$Q = (M_v - M_c) / M_c, \quad (1)$$

где набухания  $M_v$  и  $M_c$  – массы влажной и сухой пробы соответственно;

- константа скорости набухания ( $\text{мин}^{-1}$ ), представляющая собой тангенс угла наклона в координатах.

$$\ln Q_m / (Q_m - Q) = K(t), \quad (2)$$

где могут  $Q$  – количество жидкости, поглощенное 1 г набухающего вещества за время  $t$ ;  $Q_m$  – максимальное количество сурская поглощенной жидкости (предельное набухание) [5,6,7].

Результаты исследования представлены в таблице 1 и на рисунке 1.

Таблица 1

Результаты набухания перевязочных средств		
Образец	Степень набухания, $Q$ , г/г	Константа скорости набухания ( $\text{мин}^{-1}$ )
Композиция на основе конопляных волокон, крахмала, глицерина, лимонной кислоты, ПВС, воды	$3,27 \pm 0,1$	0,004592709
Унипласт	$2,04 \pm 0,2$	0,482087451
Верофарм	$3,8 \pm 0,1$	0,032717063
Wellfix	$0,48 \pm 0,2$	5,880963045

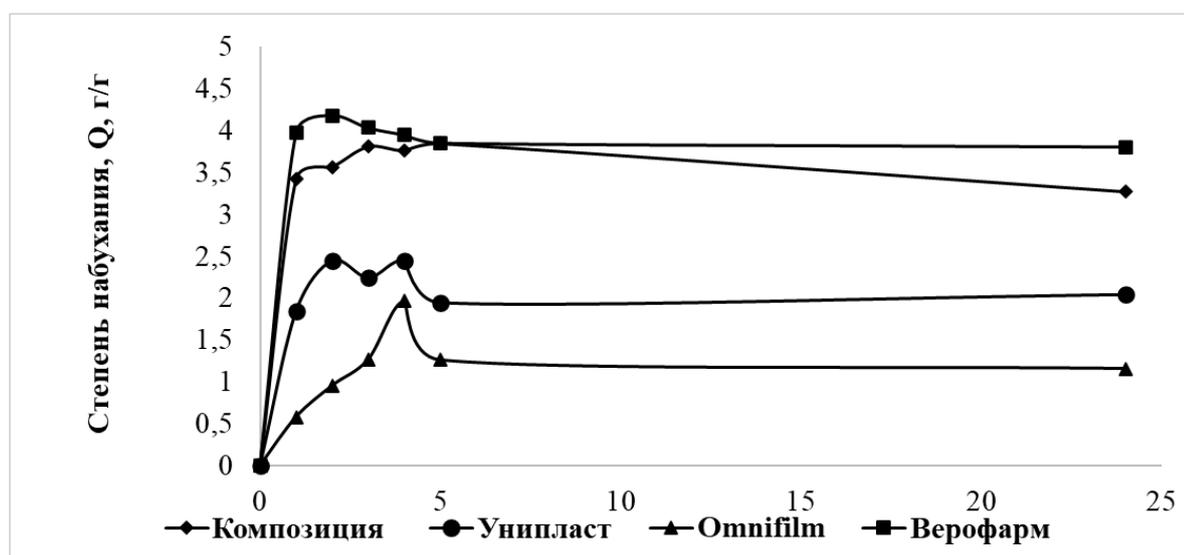


Рис. 1. Степень набухания композиции на основе конопляных волокон, крахмала, ПВС, глицерина, лимонной кислоты, воды и российских аналогов

Как видно из рисунка 1 степень набухания композиции, содержащей 40 г воды, 0,2 г волокон, 0,75 г глицерина и 0,75 г лимонной кислоты, 0,5 г ПВС и 1 г крахмала находится на уровне российского аналога «Верофарм» и составляет 3,27 г/г. Характеристика степени набухания по сравнению с перевязочными средствами, представленными на российском рынке на уровне аналогов. Таким образом, композиция на основе конопляного волокна и крахмала могут быть рекомендованы для использования в функциональной подушечки для медицинской повязки.

#### ЛИТЕРАТУРА:

- Захарова, А.Н. Волокна на основе посевной конопли и возможность их использования в медицинских повязках / А.Н. Захарова, Д.А. Лутова, М.С. Лисаневич // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности – 2023. – №4 (406). – С. 140-145 (дата обращения 16.09.2024)
- Легонькова, О.А. Исследование эксплуатационных свойств полимерных перевязочных средств / О.А. Легонькова, В.Г. Васильев, Л.Ю. Асанова // Раны и раневые инфекции.

Журнал им.профессора Б.М. Костюченка. – 2015 . –Т.2. – С.32-39 (дата обращения: 16.09.2024)

3.Мирзоирова, В.А. Получение биоразлагаемых композиционных пленок на основе крахмала и поливинилового спирта / В.А. Мирзоирова, М.Г. Мухамедиев // *Universum: химия и биология: электрон. научн. журн.* 2022. – № 11(101). URL: <https://7universum.com/ru/nature/archive/item/14511> (дата обращения: 16.09.2024).

4.Подденежный, Е.Н. Биоразлагаемые композиционные материалы на основе крахмала и смеси полиолефинов // Е.Н. Подденежный, Н.Е. Дробышевская, А.А. Бойко А.А., В.М. Шаповалов, Н.С. Дробышевский Н.С., Т.Ф. Ашрапова // *Вестник ГГТУ им. П.О. Сухого.* – 2021. – №1 (84). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/biorazlagaemye-kompozitsionnye-materialy-na-osnove-krahmala-i-smesi-poliiolefinov> (дата обращения: 16.09.2024).

5.Белов, А.А. Медицинские материалы на основе модифицированной целлюлозы, хитозана и полиферментного комплекса / А.А. Белов, А.И. Коротаева, Э.Э. Досадина, О.Э. Маленко, М.А. Кульметьева//*Бутлеровские сообщения.* – 2014. – С.42-47

6.Тюрина, Т.Г. Получение и свойства пленочных материалов на основе картофельного крахмала и органических кислот / Т. Г. Тюрина, Т. В. Крюк, Т. А. Кудрявцева [и др.] // *Вестник Донецкого национального университета. Серия А: Естественные науки.* – 2021. – № 1. – С. 154-159. – EDN KAPFOW.

7.Delavari MM. Optimizing Biodegradable Starch-Based Composite Films Formulation for Wound-Dressing Applications/ Delavari MM, Ocampo I, Stiharu I/ *Micromachines (Basel)*// 2022 Dec 4. –13(12). –2146. doi: 10.3390/mi13122146. PMID: 36557445; PMCID: PMC9782896.

## ИССЛЕДОВАНИЯ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ РУЛОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ПЛАСТИФИЦИРОВАННОГО ПОЛИВИНИЛХЛОРИДА

## FIRE HAZARD STUDIES OF ROLLED MATERIALS BASED ON PLASTICIZED POLYVINYL CHLORIDE

Д.Д. Маринин<sup>1</sup>, Е.С. Бокова<sup>1</sup>, Н.И. Константинова<sup>2</sup>  
D.D. Marinin<sup>1</sup>, E.S. Bokova<sup>1</sup>, N.I. Konstantinova<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина  
(Технологии. Дизайн. Искусство), (Москва)

<sup>2</sup>ВНИИПО МЧС России (г. Балашиха)

<sup>1</sup>Russian State University A.N. Kosygina (Technology. Design. Art), (Moscow)

<sup>2</sup>VNIPO EMERCOM of Russia (Balashikha)

E-mail: daniil.marinin.00@mail.ru

В работе рассмотрены подходы к обеспечению пожарной безопасности рулонных материалов на основе пластифицированного ПВХ с позиций соответствия параметров огнезащиты нормативным требованиям, предъявляемым к готовым изделиям в зависимости от их назначения и условий эксплуатации.

**Ключевые слова:** поливинилхлорид; пластификатор; пожароопасность; замедлители горения; нормативы.

The paper considers approaches to ensuring fire safety of rolled materials based on plasticized PVC from the standpoint of compliance of fire protection parameters with regulatory requirements for finished products, depending on their purpose and operating conditions.

**Keywords:** polyvinyl chloride; plasticizer; fire hazard; flame retardants; standards.

Материалы на основе поливинилхлорида (ПВХ) находят широкое применение в качестве гидроизоляционных, декоративно-отделочных, напольных покрытий и погонажных изделий при строительстве и отделке жилых и производственных зданий, на транспорте, а также для производства защитных (тенты), укрывных (временные легкие сооружения) и рекламных (плакаты, вывески, баннеры) конструкций [1].

К основным преимуществам материалов на основе ПВХ относятся высокая прочность, эластичность, влагостойкость, устойчивость к ультрафиолетовому воздействию, а к недостаткам повышенная горючесть, вызванная наличием в композиции для переработки полимера большого количества пластификаторов и модификаторов, способных к самовоспламенению [2].

При создании той или иной продукции на основе пластифицированного ПВХ необходимо руководствоваться, прежде всего, требованиями пожарной безопасности, предъявляемыми к материалам, которые дифференцируются в зависимости от назначения и условий эксплуатации готовых изделий.

Так, например, требования пожарной безопасности для строительных ПВХ материалов установлены № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности», а для композиций ПВХ (Винилискожи), используемых в качестве обивочных материалов в транспортных средствах, определены нормативными документами соответствующей области их применения (вагоны железнодорожного транспорта и метро, речные и морские суда, автомобили и т.д.)

Требования к материалам, из которых изготавливаются транспаранты и баннеры, а также другие рекламные элементы и конструкции, размещаемые на фасадах зданий и сооружений, установлены в пункте 33 Правил противопожарного режима в Российской Федерации (должны выполняться из негорючих материалов или материалов с показателями

пожарной опасности не ниже Г1, В1, Д2, Т2, если иное не предусмотрено в технической, проектной документации или в специальных технических требованиях пожарной безопасности).

Существуют требования к материалам, применяемым в строительных тентовых конструкциях (Свод правил «Конструкции строительные тентовые правила проектирования» СП 384.1325800.2018) по горючести (ГОСТ 30244), воспламеняемости (ГОСТ 30402), распространению пламени по (ГОСТ Р 51032), дымообразованию и токсичности продуктов горения по ГОСТ 12.1.044.

Таким образом несмотря на то, что все вышеперечисленные изделия получены на основе ПВХ по каландровой или наносной технологии и, как правило, с применением унифицированных составов для замедления горения, требования к ним по пожарной безопасности, включающие различные параметры, методы и критерии их оценки зависят от функционального назначения и области применения готовых изделий.

Вопросам огнезащиты рулонных ПВХ – материалов посвящено достаточное количество работ, в которых изучаются возможности использования различных замедлителей горения и технологий введения их в полимерную композицию. Не маловажным аспектом при этом остается обязательное соответствие разработанных материалов комплексу специальных для ее области применения эксплуатационных свойств [3-5].

Целью работы являлся анализ параметров оценки пожарной опасности рулонных материалов на основе ПВХ, регламентирующих их применение, для возможности выбора оптимальных по составу и технологии введения огнезащитных средств.

Как было отмечено выше, горючесть ПВХ материалов обусловлена наличием в составе полимерной композиции достаточно большого количества пластификаторов и модификаторов, способствующих выделению горючих газов и протеканию окислительных процессов в конденсированной фазе при терморазложении полимера. В связи с этим, пути решения проблемы эффективной огнезащиты ПВХ-материалов сводятся к выбору огнезамедлительных систем, повышающих термостойкость и снижающих окисление.

В настоящих исследованиях для получения Винилискожи использовали ПВХ-С марки 372 NF, производитель ООО «РусВинил», в качестве пластификаторов применяли диоктилтерефталат и диоктиладипинат, производитель АО «СИБУР-Нефтехим». Лицевое покрытие формировали каландровым методом, в качестве основы использовали трикотажное полотно на основе полиэфира с поверхностной плотностью 180-185 г/см<sup>2</sup>. В качестве замедлителей горения применяли комплексную систему на основе триоксида сурьмы и гидроксида алюминия.

Выбор триоксида сурьмы обусловлен его способностью образовывать синергические системы с галогенсодержащими соединениями и ингибировать окислительные процессы в газовой фазе при деструкции ПВХ. Гидроксид алюминия вводили для повышения термостабильности ПВХ и снижения дымообразующей способности.

Основные нормативные показатели пожарной опасности определяли с использованием стандартного оборудования согласно следующим методам испытаний: устойчивость к воспламенению по ГОСТ Р 50810-95, горючесть, дымообразующая способность, индекс распространения пламени по поверхности, токсичность продуктов горения - по ГОСТ 12.1.044-89 (соответственно, п.п.4.3, 4.18, 19 и 4.20), воспламеняемость по ГОСТ 30402-96, группа горючести по ГОСТ 30244-95 (метод 2).

Результаты проведенных исследований позволили сделать следующие выводы: Винилискожа с поверхностной плотностью  $600 \pm 10$  г/м<sup>2</sup> и толщина  $0,8 \pm 0,5$  мм относится к горючим материалам средней воспламеняемости (потеря массы 49%, превышение максимальной температуры 21° С), умеренно опасным по дымообразующей способности (коэффициент дымообразования – 118 м<sup>2</sup>/кг), медленно распространяющим пламя по поверхности (индекс распространения пламени – 5,2), умеренно опасным по токсичности

(показатель токсичности - 51,1 г/м<sup>3</sup>). Таким образом материал можно отнести к группе В<sub>2</sub> по воспламеняемости и группе Г<sub>2</sub> по горючести.

Полученные данные свидетельствуют о том, что эффективность используемой огнезащитной системы и сырьевого состава композиции позволила получить материал пониженной пожарной опасности, но соответствующий по значениям показателей нормативных требований только определенной области их применения (в данном случае в качестве обивочных материалов в вагонах железнодорожного транспорта и метро, а также на речных судах). Согласно существующим требованиям пожарной опасности, предъявляемых, например, к специальным тентовым и укрывным материалам, а также рекламным баннерам, размещаемым на фасадах зданий, данный огнезащищенный материал применять не представляется возможным.

Данное обстоятельство указывает на необходимость учитывать при разработке огнезамедлительных систем эффективность их применения для огнезащиты материала в соответствии с существующими нормативными значениями определенных показателей пожарной опасности для каждого конкретного изделия.

Так, для обеспечения пожарной безопасности тентовых материалов палаток для детских лагерей палаточного типа согласно ГОСТ Р 59567\_2021 «Палатки. требования пожарной безопасности. Методы испытаний на воспламеняемость» достаточно того, что огнезащищенный ПВХ материал должен быть устойчив к воспламенению от малокалорийных источников зажигания (газовая горелка, эквивалентная пламени спички), а эффективная огнезащита материалов для обивки салонов автомобилей определяется только по горизонтальной скорости горения по ГОСТ 30879-2003 «Транспорт дорожный, тракторы и машины для сельскохозяйственных работ и лесоводства. Определение характеристик горения материалов для отделки салона», которая не должна превышать 100 мм/мин.

Таким образом, при разработке огнезамедлительных систем и технологической цепочки изготовления огнезащищенных ПВХ материалов необходимо достижение нормативных значений только определенного показателя пожарной опасности материала или совокупности нескольких показателей, что в свою очередь в значительной степени влияет на выбор типа антипиренирующей составляющей и ее количественного содержания в полимерной композиции.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Сашенко Л. А., Тягунова Е. С. Анализ пожарной опасности строительных материалов //Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. ВГ Шухова. – 2017. – С. 813-818.
2. Ибрагимов Р. В., Коняева Ю. А., Черноусова Н. В. Влияние различных антипиренов на характеристики пожаробезопасности поливинилхлоридных композиций //Инновационное развитие легкой и текстильной промышленности (ИНТЕКС-2016). – 2016. – С. 110-112.
3. Галигузов А. А. и др. Влияние состава ПВХ-пластиката на эксплуатационные свойства и огнезащитную эффективность полимерных материалов на его основе //Пожаровзрывобезопасность/Fire and Explosion Safety. – 2023. – Т. 32. – №. 5. – С. 26-39.
4. Долгих Д. А., Черников А. И. Оценка пожарной безопасности объектов с массовым пребыванием людей //Пожарная безопасность: проблемы и перспективы. – 2018. – Т. 1. – №. 9. – С. 218-220.
5. Булгаков Б. И. Пути снижения пожарной опасности строительных материалов на основе вторичного поливинилхлорида //вестник. – 2017. – С. 132.

## **ВЛИЯНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ПОЛИМЕРНЫХ МИКРОСФЕР НА ВЯЗКОСТЬ И ЖИЗНЕСПОСОБНОСТЬ ПЛАСТИЗОЛЕЙ ПОЛИВИНИЛХЛОРИДА**

### **INFLUENCE OF THE CONTENT OF POLYMER MICROSPHERES ON THE VISCOSITY AND VIABILITY OF POLYVINYL CHLORIDE PLASTISOLS**

Д.А. Медведева, А.Н. Полетаева

D.A. Medvedeva, A.N. Poletaeva

Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина  
(Технологии. Дизайн. Искусство) (Москва)  
Russian State University A.N. Kosygina (Technology. Design. Art) (Moscow)  
E-mail: darinainf.00@gmail.com

**В работе проанализировано влияние маки и содержания наполнителя на вязкость и жизнеспособность пластизолов поливинилхлорида.**

**Ключевые слова:** поливинилхлоридные пластизолы; полимерные микросферы; вязкость; жизнеспособность; коэффициент старения.

**The work analyzed the effect of the content and grade of the filler on the viscosity and viability of polyvinyl chloride plastisols.**

**Keywords:** polyvinyl chloride plastisols; polymer microspheres; viscosity; viability; aging coefficient.

Изделия на основе поливинилхлорида (ПВХ) находят широкое применение в различных областях, включая производство напольных покрытий, обоев, искусственной кожи, пленок, столовой клеенки, линолеума т.д. Общим для всей вышеперечисленной продукции является использование для ее производства композиций на основе эмульсионного ПВХ, которые при взаимодействии с пластификаторами образуют пластизолы. Основными технологическими параметрами, определяющими эффективность переработки пластизолов, является их вязкость и жизнеспособность [1]. Последняя представляет собой время, в течение которого полимер сохраняет способность к переработке в вязкотекучем (пластическом) состоянии. Как и вязкость, жизнеспособность пластизолов зависит от индивидуальных характеристик полимера, таких как средняя молекулярная масса, молекулярно-массовое распределение, структура и морфология зерен, гранулометрический состав, а также от характера его взаимодействия с пластификаторами и другими ингредиентами. Особенно актуален контроль этих показателей для наполненных систем [2-4].

Говоря о наполнителях, следует отметить, что большинство из них не активны в отношении ПВХ, вместе с тем, они должны быть легко совместимы с полимерной матрицей, диспергироваться в ней, не проявляя склонности к агломерации частиц, быть экономически доступными и не ухудшать внешний вид и органолептику готового изделия.

Наиболее распространенным видом наполнителей для полимеров являются дисперсные наполнители, представляющие собой, в основном, минералы, добываемые из скальных пород или руд. Вместе с тем, в последнее время возникает интерес к использованию в качестве наполнителей полимерных микросфер, которые представляют собой легкосыпучие мелкодисперсные порошки серого или белого цвета размером от долей до сотен микрон, правильной округлой формы с гладкой поверхностью [5].

Основным поставщиком полимерных микросфер на Российский рынок является компания «AkzoNobel», продукция которой под торговым названием Expancel представляет собой полые частицы сферической формы, заполненные газом, заключенным в оболочку из термопластичного полимера. При нагревании таких микросфер происходит увеличение

давления газа внутри сферы, размягчение и утоньшение ее оболочки, в следствии чего, объем частицы увеличивается почти в 3 раза.

В настоящей работе проанализировано влияние вида и количества микросфер на вязкость и жизнеспособность ПВХ пластизолой.

В качестве объектов исследования использованы: микро суспензионный поливинилхлорид (ПВХ МС) марки 372 NF производства компании «РУСВИНИЛ»; полимерные микросферы марки Expancel 980 DU 120 и 909 DU 80.

Для исследования реологических (вязкость) и реокинетических (жизнеспособность) характеристик была приготовлена полимерная композиция (табл. 1), предназначенная для переработки наносным способом.

Таблица 1

Рецепт пластизольной композиции на основе ПВХ

Наименование компонента	Содержание компонентов, м.ч. на 100 м.ч. полимера
ПВХ-МС	100
Пластификатор 1 ДОТФ	75
Пластификатор 2 ДОА	5
Термостабилизатор ВЗп	3
Полимерные микросферы	0; 2; 4; 6

Реологические характеристики свежеприготовленных ПВХ-пластизолой определяли на ротационном вискозиметре Брукфильда в диапазоне скоростей сдвига от 0,03 до 0,1 до  $\text{с}^{-1}$  (рисунки 1,2)

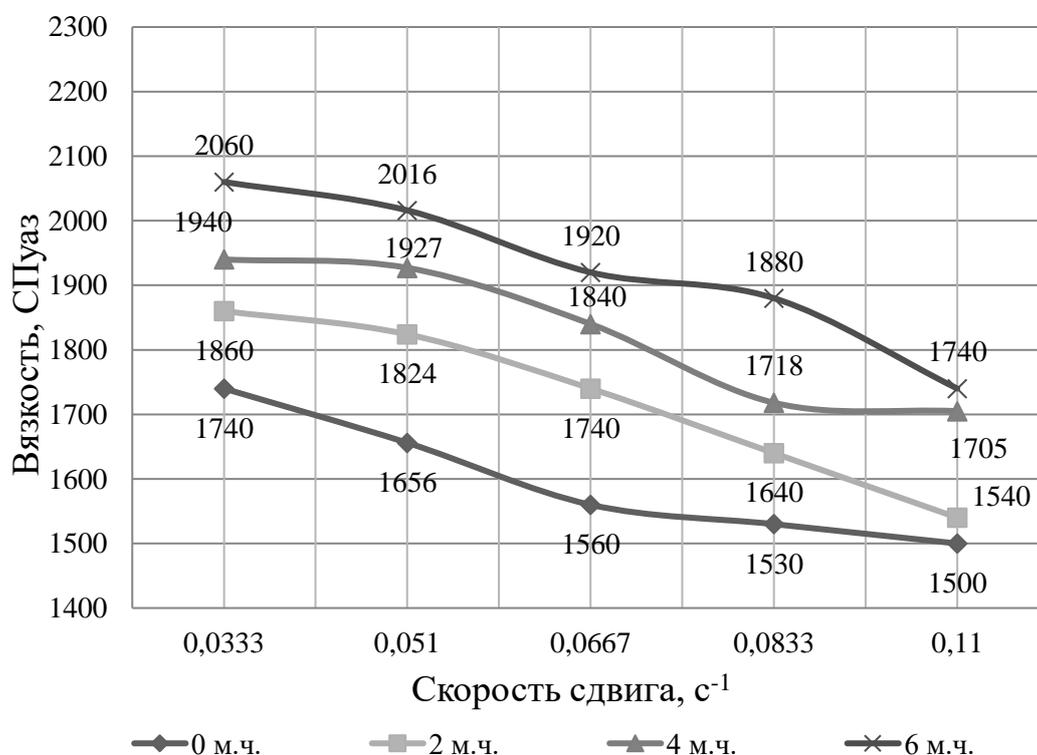


Рис. 1. Зависимость вязкости свежеприготовленных ПВХ-пластизолой, наполненных полимерными микросферами марки 980 DU 120 от скорости сдвига

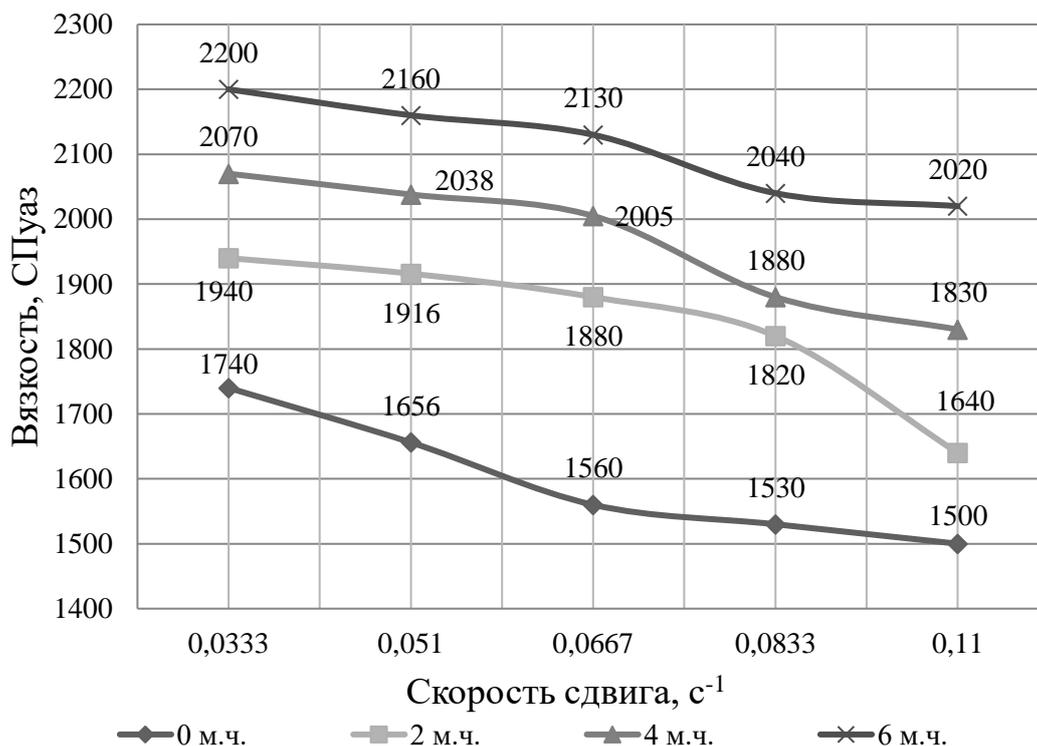


Рис. 2. Зависимость вязкости свежеприготовленных ПВХ-пластизолей, наполненных полимерными микросферами марки 909 DU 80 от скорости сдвига

Видно, что с увеличением содержания наполнителя значения вязкости возрастают, причем более существенное повышение вязкости имеет место для пластизолей, наполненных микросферами марки 909 DU 80.

Склонность ПВХ-пластизолей к загущению с течением времени связана с набуханием полимера в пластификаторах [6]. На рисунках 3 и 4 приведены результаты определения вязкости пластизолей, выдержанных в течение 180 суток при  $T = 25 \pm 5^\circ\text{C}$ .

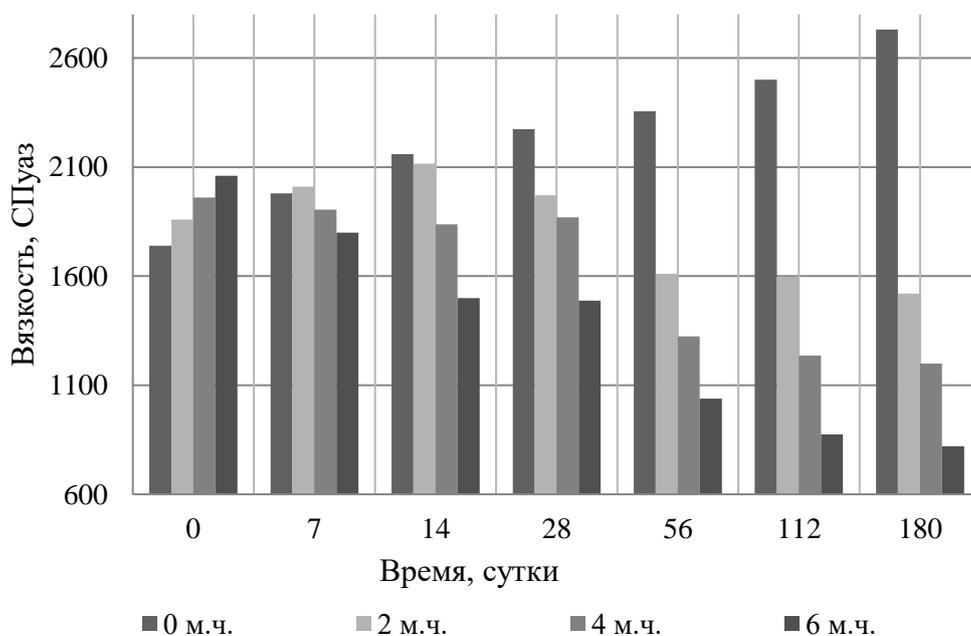


Рис. 3. Изменение вязкости ПВХ-пластизолей, наполненных микросферами марки 980 DU 120 в течение 180 суток хранения при  $T = 25 \pm 5^\circ\text{C}$

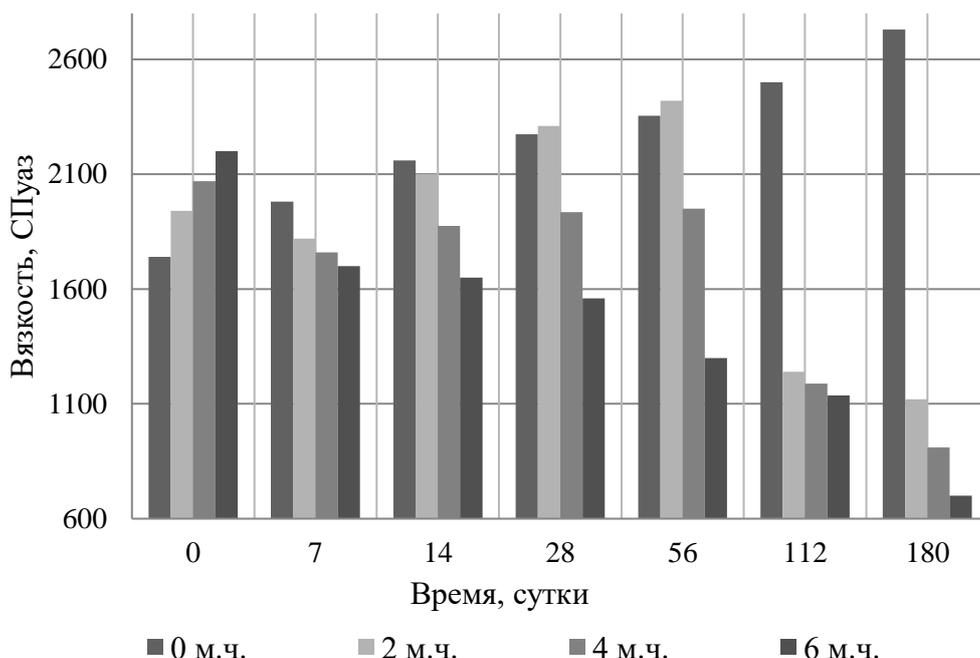


Рис. 4. Изменение вязкости ПВХ–пластизолой, наполненных микросферами марки 909 DU 80 в течение 180 суток хранения при  $T = 25 \pm 5^\circ\text{C}$

На приведенных графиках видно, что наполнение ПВХ–пластизолой полимерными микросферами с увеличением времени хранения приводит к снижению вязкости. У пластизолой, наполненных микросферами марки 980 DU 120, вязкость начинает падать по истечении 28 дней хранения, а микросферами марки 909 DU 80 через 56, не зависимо от содержания наполнителя.

В работе жизнеспособность ПВХ–пластизолой также оценивали расчетным методом, определяя по изменению вязкости коэффициенты старения, %:

$$K = \frac{\eta_i}{\eta_0} \quad (1.1)$$

где  $\eta_i$  – вязкость по истечению определённого промежутка времени, СПуаз;  $\eta_0$  – начальная вязкость пластизоля, СПуаз.

Полученные результаты приведены в таблице 2.

Таблица 2

Значения коэффициентов старения ПВХ-пластизолой

Марка микросфер	Содержание микросфер, м.ч.	Коэффициент старения, %					
		7	14	28	56	112	180
–	0	1,14	1,24	1,31	1,35	1,44	1,57
980 DU 120	2	1,08	1,22	1,13	0,93	0,92	0,87
	4	0,97	1,06	1,07	0,76	0,71	0,69
	6	0,87	0,86	0,72	0,6	0,5	0,47
	6	0,87	0,86	0,72	0,6	0,5	0,47
909 DU 80	2	0,94	1,08	1,19	1,25	0,64	0,58
	4	0,85	0,91	0,93	0,94	0,57	0,44
	6	0,77	0,75	0,71	0,59	0,52	0,32

Видно, что коэффициент старения напрямую зависит от содержания микросфер. У ненаполненного пластизоля коэффициент старения выше единицы и увеличивается в течение 180 суток хранения, что указывает на потерю его способности к нанесению при помощи ракля. Наполнение пластизолой положительно влияет на жизнеспособность пластизолой.

Обе марки микросфер снижают и стабилизируют вязкость во времени, при этом наиболее приближен к единице коэффициент старения при применении марки 980 DU 120.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Корнев А.Е., Буканов О.Н., Швердяев А.М. Технология эластомерных материалов. Москва: 2000 г. 288 с
2. Меринов Ю.А., Лешин В.В. О механизме влияния соэмульгаторов эмульсионной и микросуспензионной полимеризации винилхлорида на реологические свойства поливинилхлоридных пластизолов // Коллоидный журнал. 1994.- с. 210-213
3. Богданова Ю.Н., Навроцкий А.В., Навроцкий В.А. Влияние способа выделения поливинилхлорида из латекса на свойства дисперсий полимер-пластификатор // Пластические массы, 2008. - с.10-12
4. Горшков В.С., Шапиро Т.М., Шашкова Л.К., Комлев В.К. Реологические свойства ПВХ-пластизолов // Пластические массы, 1975. - с. 56-58
5. Микросфера виды: Микросфера и микрошарики. – URL: <https://microsfе.ru/mikrosfery/mikrosfera-vidy.html> (Дата обращения: 06.09.2024)
6. Меринов Ю.А., Трапезников А.А., Мозжухин В.Б., Смирнова Н.И. Начальная вязкость ПВХ-пластизолов и их склонность к загустеванию // Пластические массы. 1986. No 2.- с.36-38

## **ВНЕДРЕНИЕ ИНСТРУМЕНТОВ БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА НА ТРИКОТАЖНОМ ПРЕДПРИЯТИИ**

### **IMPLEMENTATION OF LEAN TOOLS PRODUCTION AT A KNITTING COMPANY**

Т.Д. Мешелева, Т.О. Гойс

T.D. Mesheleva, T.O. Goys

Ивановский государственный политехнический университет

Ivanovo State Polytechnic University

E-mail: bravedovakin@mail.ru, tob200786@mail.ru

**Обеспечение выпуска качественной продукции и снижение доли дефектных изделий – основная задача любого предприятия. Сегодня разработано множество способов, направленных на повышение качества продукции, в число которых входят инструменты бережливого производства. Их популярность обусловлена универсальностью и эффективностью – в результате грамотного внедрения эти инструменты позволяют сократить производственные потери, в частности снизить вероятность получения негодного изделия в любой отрасли производства. В работе приведены результаты внедрения некоторых инструментов бережливого производства на трикотажном предприятии.**

**Ключевые слова:** бережливое производство, качество, трикотаж.

**Ensuring the production of high-quality products and reducing the proportion of defective products is the main task of any enterprise. Today, many methods have been developed to improve product quality, including lean manufacturing tools. Their popularity is due to their versatility and efficiency – as a result of proper implementation, these tools can reduce production losses, in particular, reduce the likelihood of obtaining an unusable product in any industry. The paper presents the results of the introduction of some lean manufacturing tools at a knitting enterprise.**

**Keywords:** lean manufacturing, quality, knitwear.

Объектом внедрения инструментов бережливого производства послужил филиал трикотажной фабрики в Ивановской области, ориентированный на производство чулочно-носочной продукции: носки, чулки, гольфы и пр. Необходимость внедрения инструментов БП была вызвана высокой долей выпуска дефектной продукции: на основе серии выборок в 100 ед. стабильно около 10% оказывались с браком. Основными видами брака выступили дыры (30% от всех видов брака), а также пятна, провязывание загрязненной нити, утолщение или утонение нитей и проч.

Процесс внедрения инструментов бережливого производства начался с анализа механизма контроля качества изделий перед отправкой заказчику. На предприятии установлен сплошной вид контроля – мастера отдела перед отправкой в упаковочный или швейный цеха просматривают все изделия партии вручную на наличие брака. Для создания некоторых моделей требуется швея, которая также отслеживает качество выполнимой работы. После проверки изделия мастером и швеей, оно окончательно осматривается упаковщицей в цехе упаковки и маркировки.

Одной из главных составляющих нормативно-технической базы производства является стандарт ГОСТ 16825-2002 «Изделия чулочно-носочные, вырабатываемые на кругло-носочных автоматах. Технические требования. Определение сортности». Он содержит основные виды брака и допуски для них, и в соответствии с этим стандартом мастер относит изделие к сортной или не сортной продукции. Иные документы, имеющие отношение к методике контроля качества продукции на предприятии, отсутствуют.

При ручном контроле качества изделий скорость осмотра и степень выхода бракованных изделий во многом зависит от мастера отдела качества, его способности найти и верно идентифицировать брак. В процессе наблюдения за работой сотрудника отдела

качества было отмечено, что он очень много времени тратит на поиск и установление вида брака. Главная причина в том, что ГОСТ 16825-2002 не содержит каких-либо материалов, иллюстрирующих виды дефектов чулочно-носочной продукции. В связи с этим было принято решение разработать классификатор дефектов чулочно-носочной продукции (рис. 1).

Классификатор дефектов чулочно-носочной продукции	
УТОЛЩЕНИЕ	
№ п/п	2
Описание дефекта	Местный порок в виде участка с увеличенной линейной плотностью
Фото	
Примечание	На открытой части всех видов изделий, кроме детских носков, допускается до 1,0 см. На открытой части детских носков до 0,5 см.

Рис 1. Пример страницы из классификатора дефектов

Создание этого документа основано на инструменте бережливого производства – стандартизации, заключающейся в процессе разработки, внедрении и улучшении стандартов, которые определяют трудовую деятельность сотрудника. От качества их составления зависит степень понятности, определенности и четкости труда. В число таких стандартов входит и этот классификатор. Его главным преимуществом является доступное представление видов дефектов чулочно-носочной продукции, понятность и наглядность информации. Вместе с этим классификатор универсален, ведь он разработан на основе ГОСТ 16825-2002, а потому может применяться на любом производстве со специализацией в чулочно-носочной продукции.

Каждая страница документа содержит следующую информацию:

1. Название и описание дефекта в соответствии с ГОСТ 16825-2002;
2. Наглядная иллюстрация дефекта на фотографии;
3. Допуск дефекта в соответствии со стандартом.

Классификатор будет в помощь как опытным мастерам отдела качества, так и новым стажерам, которые только вливаются в работу ОТК. В случае обнаружения явно дефектного изделия сотрудники быстрее установят вид брака, а значит быстрее смогут установить и

возможную причину его возникновения. Вместе с этим такой документ может служить как элемент информационной поддержки заказчика и демонстрацией того, что организация знает и понимает свой продукт.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 16825-2002. Изделия чулочно-носочные, вырабатываемые на кругло-носочных автоматах. Технические требования. Определение сортности : межгосударственный стандарт : издание официальное : введен в действие постановлением Государственного комитета Российской Федерации по стандартизации и метрологии от 9 марта 2004 г. № 109-ст : взамен ГОСТ 16825-82 : дата введения 2004-09-01 / разработан ЗАО «ЦНИИТП» – Москва : ИПК Издательство стандартов, 2004 – III, 11 с. – Текст: непосредственный.
2. ГОСТ Р 56407-2015. Бережливое производство. Основные методы и инструменты: Национальный стандарт Российской Федерации: издание официальное: утвержден и введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 27 мая 2015 г. № 448-ст: введен впервые / разработан ЗАО «Центр «Приоритет» – Москва: Стандартиформ, 2020. – IV, 11 с. – Текст: непосредственный.
3. Демяхина, Е.В. Бережливое производство как метод повышения эффективности производства на предприятии / Е.В. Демяхина // Теория и практика экономики и предпринимательства: Труды международной XXI научно-практической конференции – Симферополь, 2024. – С. 154-156.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ И ПАРАМЕТРОВ ФОТОСЪЕМКИ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

### INVESTIGATION OF OPTIMAL CONDITIONS AND PARAMETERS OF PHOTOGRAPHY TEXTILE MATERIALS

Д.А. Мирошниченко, И.С. Барабанщикова, Т.Ю. Карева, А.И. Белова  
D.A. Miroshnichenko, I.S. Barabanshchikova, T.Yu. Kareva, A.I. Belova

Ивановский государственный политехнический университет  
Ivanovo State Polytechnic University  
E-mail: tlp\_pti@ivgpu.ru

Процесс фотосъёмки поверхности текстильного материала является сложным процессом, требующим учёта множества параметров. В работе авторами рассмотрено влияние источников освещения на качество получаемых изображений. Исследовано влияния цветовой температуры и светового потока светодиодного освещения на качество изображений образцов тканей. Определены оптимальное расположение и количество осветительных приборов для равномерного освещения всей ширины текстильного материала. Расчетом получены оптимальное время экспозиции камеры на основе скорости движения ткани и оптического разрешения. В целом, работа демонстрирует комплексный подход к решению задачи качественной съёмки текстильных материалов, учитывающий множество важных параметров.

Ключевые слова: текстильный материал, экспозиция, оптическое разрешение, качество изображения, освещение

The process of photographing the surface of a textile material is a complex process that requires taking into account many parameters. In this paper, the authors consider the influence of lighting sources on the quality of the images obtained. The influence of color temperature and the luminous flux of LED lighting on the image quality of tissue samples has been studied. The optimal location and number of lighting devices for uniform illumination of the entire width of the textile material have been determined. The calculation obtained the optimal exposure time of the camera based on the speed of movement of the fabric and optical resolution. In general, the work demonstrates an integrated approach to solving the problem of high-quality shooting of textile materials, taking into account many important parameters.

Keywords: textile material, exposure, optical resolution, image quality, lighting.

В современном мире автоматизация играет значительную роль во многих отраслях промышленности. Текстильная индустрия не является исключением. Автоматизация технологических процессов в текстильном производстве позволяет оптимизировать работу предприятий, повысить качество продукции, снизить затраты и улучшить экологическую ситуацию. Одним из наиболее перспективных направлений для этого, является использование технического зрения. Использование этой технологии хорошо зарекомендовало на этапе разбраковки тканей [1,2]. Однако на других этапах технологической цепочки производства тканей, внедрение технического зрения находится на низком уровне. Основными барьерами в этом является сложность синхронизации камер с имеющимися системами управления оборудованием и высокая трудоемкость в подборе условий фотосъёмки поверхности текстильного материала, требующим учёта множества параметров. От правильного выбора настроек камеры зависит качество получаемого потока изображений и, как следствие, эффективность работы алгоритмов его обработки [3].

Осветительные приборы являются основным элементом любой системы обработки изображений. Качество освещения влияет на эффективность выполнения задач оптического контроля.

Трудности при распознавании рисунка текстильного материала могут возникать вследствие плохой освещенности поверхности, либо, наоборот, при чрезмерно яркой подсветке.

Слишком яркая освещенность может создавать блики, либо засветку. К причинам появления бликов могут также относиться:

- использование в рисунке светоотражающих нитей или красок (металлизированные, люминесцентные);
- чрезмерная пропитка тканей шликтой или промывочным раствором;
- использование в ткани бликующих химических нитей (обработанных замасливателем).

Проводилась серия экспериментов по определению оптимальных условий и параметров съемки текстильных материалов. Для исследования были сделаны фотографии с применением различных источников света: светодиодного источника света, стандартного освещения (лампы накаливания). В качестве тестируемых образцов использовались ткани с жаккардовым узором с однотонной и контрастной расцветкой.

Для проведения экспериментов и подбора параметров была выбрана специализированная камера машинного зрения «Basler» acA2440-35uc [4]. Данная камера имеет интерфейс передачи данных USB 3.0, CMOS-матрицу IMX264 от фирмы «Sony» и максимально допустимую частоту съемки 35 кадров в секунду при разрешении 5.0 Мпикс. Тип затвора камеры - Global Shutter, формат сенсора 2/3". Выбор данной камеры так же обусловлен наличием поддерживаемого TWAIN-драйвера, который делает камеру доступной как Video Source для ОС Windows DirectShow.

Определено оптимальное расстояние и углы обзора камеры для съемки текстильных материалов шириной 1,6 метра (рис. 1). Как видно из рисунка, для того чтобы камера смогла увидеть всю ширину текстильного материала, она должна находиться на расстоянии не менее 2284 мм при фокусном расстоянии объектива 12 мм.

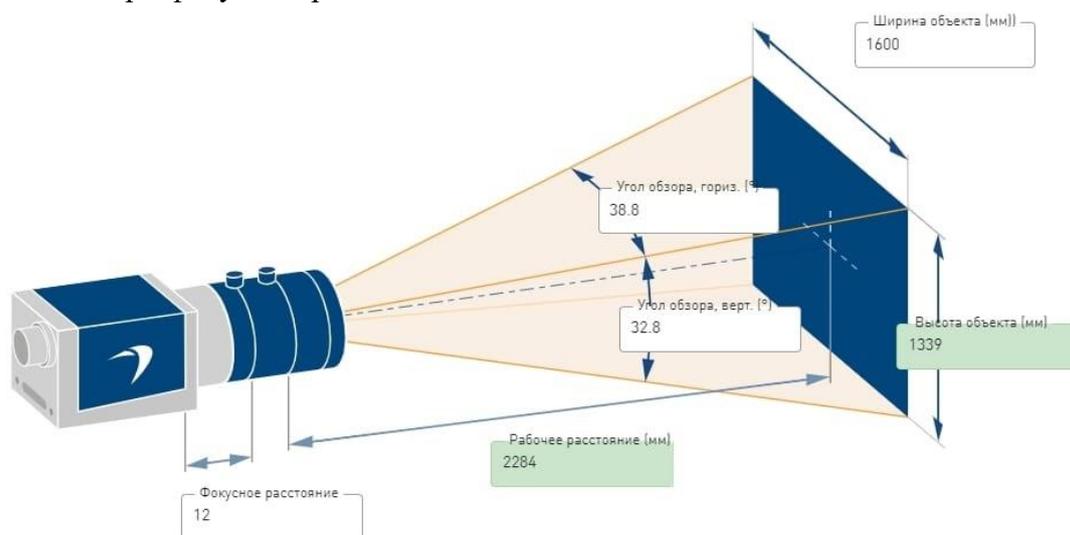
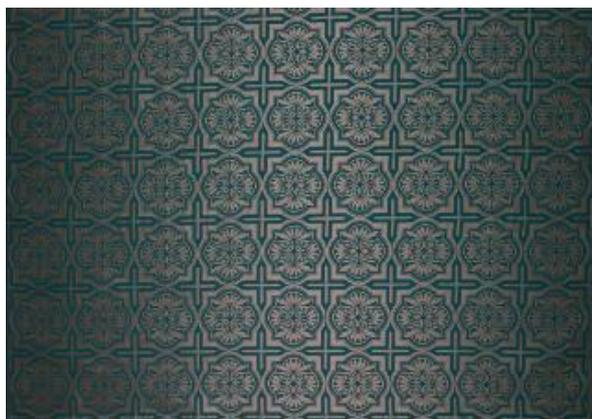


Рис. 1. Рабочее расстояние камеры для съемки образцов

При первых тестовых запусках съемки был обнаружен нежелательный дефект в виде пульсации источников света, что создает эффект мерцания [5]. Особенно заметен такой эффект от светодиодных (LED) источников света. Физика работы LED такова, что включение диода возможно только при определенном значении силы тока и его направлении. Для подключения светодиодных светильников в цепях переменного напряжения (бытовой сети - 220В) и управления их яркостью применяются специальные пускорегулирующие устройства - LED-драйверы и диммеры. Колебания тока и напряжения на выходе таких устройств порождают колебания светового потока LED, поэтому применение пускорегулирующей аппаратуры в системах освещения создают подобный эффект мерцания. Пример полученных изображений с эффектом мерцания представлен на рис. 2.



а) Контрастная ткань,  
время съемки 18:26:10.258



б) Контрастная ткань,  
время съемки 18:26:10.264



в) Однотонная ткань,  
время съемки 18:37:51.172



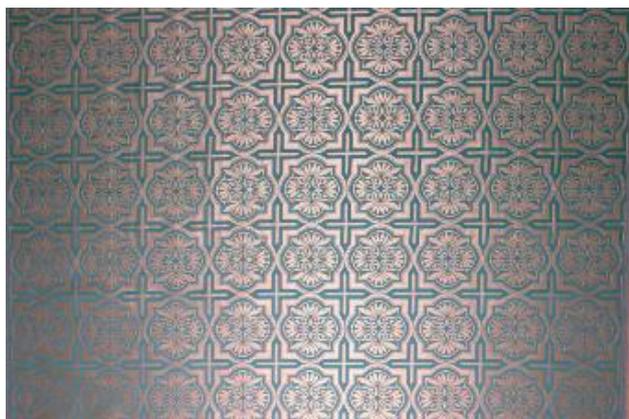
г) Однотонная ткань,  
время съемки 18:37:51.179

Рис. 2. Примеры фотографий с пульсирующим источником света

Из рис. 2 видно, что мерцание существенно искажает разные кадры в видеопотоке, это особенно заметно при съемке светлых оттенков однотонных узоров. Обычная лампа накаливания также подвержена подобному воздействию со стороны питающей сети. Однако она более инертна по своим характеристикам, поэтому мерцания частотой в 50 Гц менее заметны, но все равно присутствуют.

Для устранения пульсации источника света решено использовать в качестве осветительных устройства светодиодные прожекторы, работающие при низком напряжении от 12 до 24 вольт, подключенные к источнику вторичного электропитания с преобразователем переменного тока в постоянный. Использование ламп накаливания при таком способе питания исключается из-за низкой освещающей способности ламп, работающих в данном диапазоне напряжения сети.

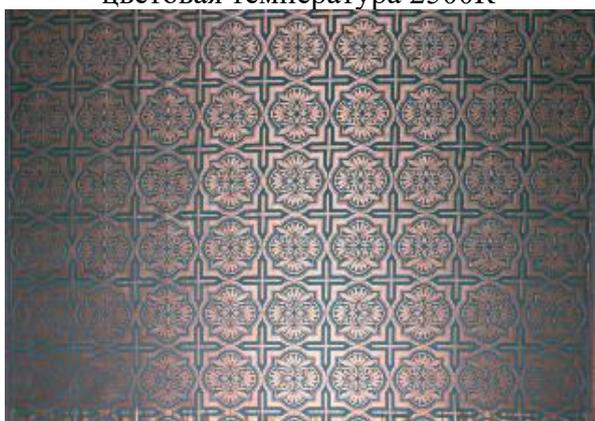
Проведено исследование влияния цветовой температуры и светового потока светодиодного LED освещения на качество изображений образцов тканей. Для экспериментов было выбрано три типа цветовой температуры: 2500 К – желтый цвет, 5200 К – белый свет и 7300 К – холодный свет. На рис. 3 показаны полученные в ходе эксперимента фотографии.



а) Контрастная ткань,  
цветовая температура 2500К



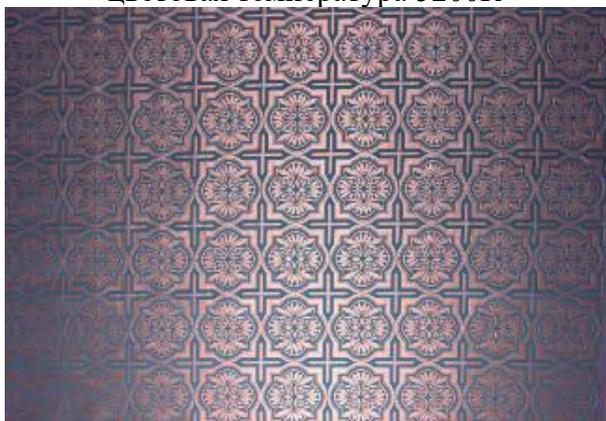
б) Однотонная ткань,  
цветовая температура 2500К



в) Контрастная ткань,  
цветовая температура 5200К



г) Однотонная ткань,  
цветовая температура 5200К



д) Контрастная ткань,  
цветовая температура 7300К

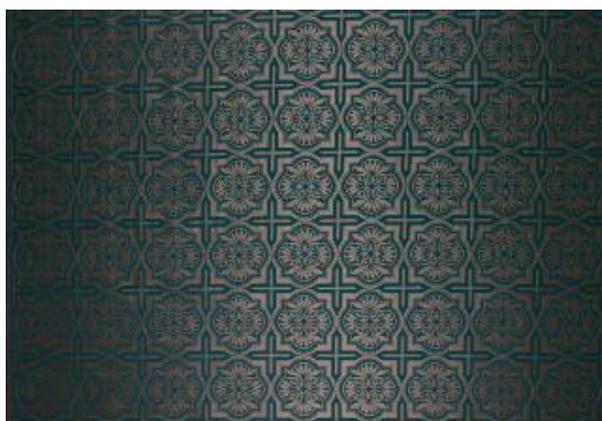


е) Однотонная ткань,  
цветовая температура 7300К

Рис. 3. Примеры снимков с различной цветовой температурой

Как видно из рис. 3, такой параметр, как цветовая температура, имеет незначительное влияние на качество отображения узоров ткани. Однако для визуального отображения предпочтителен белый свет, что позволяет не исказить настоящий цвет ткани при работе со снимками оператора программы.

Для исследования влияния величины светового потока на процесс съемки было взято три диапазона: 1200-1500 Лм, 5500-6200 Лм и 9700-10000 Лм. Эксперимент проводился с одним осветителем, расположенным над центром образца на расстоянии 2,3 метра от поверхности, при цветовой температуре 5200К (белый свет). На рис. 4 показаны полученные в ходе эксперимента фотографии.



а) Контрастная ткань,  
световой поток 1200 – 1500 Лм



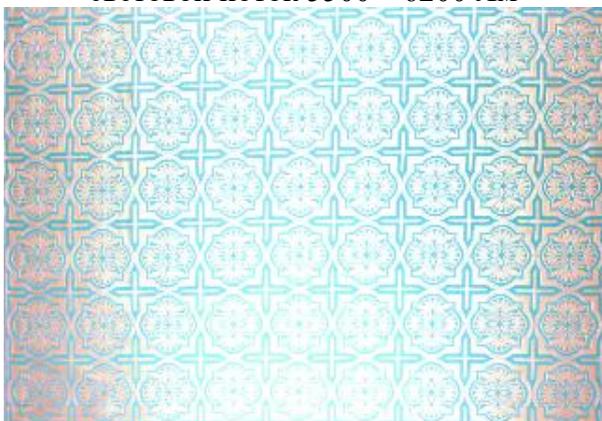
б) Однотонная ткань,  
световой поток 1200 – 1500 Лм



в) Контрастная ткань,  
световой поток 5500 – 6200 Лм



г) Однотонная ткань,  
световой поток 5500 – 6200 Лм



д) Контрастная ткань,  
световой поток 9700 – 10000 Лм



е) Однотонная ткань,  
световой поток 9700 – 10000 Лм

Рис. 4. Примеры снимков с различным световым потоком

Как видно из рис. 4, величина светового потока оказывает наибольшее влияние на процесс съемки. При диапазоне 1200-1500 Лм видно, что узоры различимы только в центральной части образца. При значении в 5500-6200 Лм узоры становятся хорошо различимы практически на всей поверхности, однако узоры возле кромки все равно различимы нечетко. При значении 9700-10000 Лм узоры у кромки стали различимы, но при этом происходит засветка узоров в центральной части образца. Таким образом, установлено, что одного осветителя недостаточно для качественной съемки всей ширины материала. Учитывая это, принято решение разместить два светодиодных LED осветителя на равномерном расстоянии друг от друга. На рис. 5 представлено фото поверхности ткани,

сделанное при освещении поверхности двумя осветителями при цветовой температуре 5200 К и световым потоком 6000 Лм.

Как видно из рис. 5, при помощи двух источников света получено равномерное освещение поверхности снимаемого образца. Также на осветителях были установлены рассеиватели белого цвета из матового листа поликарбоната, обладающего высокой пропускной способностью. Наличие рассеивателя обязательно, так как он позволяет равномерно распределить световой поток источника освещения.



Рис. 5. Пример снимка с двумя осветителями

Еще одним важным параметром съемки является время экспозиции, также известное как выдержка. Этот фотографический термин относится к продолжительности времени, в течение которого затвор камеры открыт при съемке. Время экспозиции напрямую влияет на количество света, попадающего на сенсор камеры. Короткое время экспозиции останавливает действие, в то время как длительное время экспозиции фиксирует размытость движения [6].

Для расчета экспозиции использована формула:

$$ET = V / S, \quad (1)$$

где  $ET$  – время экспозиции (с);  $S$  – скорость перемещения ткани (мм/с);  $V$  – оптическое разрешение (мм/пиксель).

В нашем случае при движении ткани со скоростью 60 м/минуту и оптическом разрешении камеры равным 0.7 мм/пиксель формула примет вид:

$$S = 60 \frac{\text{м}}{\text{мин}} = 1 \frac{\text{м}}{\text{с}} = 1000 \frac{\text{мм}}{\text{с}};$$
$$ET = \frac{0,7}{1000} = 0,0007 \text{ с} = 700 \text{ мкс}.$$

Таким образом, оптимальными параметрами съемки являются:

- использование двух светодиодных осветителей с установленными матовыми рассеивателями белого цвета;
- цветовая температура осветителей – 5200 К;
- величина светового потока в диапазоне от 5500 до 6200 Лм;
- время экспозиции  $ET = 700$  мкс.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Брюханова Т.А., Мирошниченко Д.А., Барабанщикова И.С. Искусственный интеллект в оценке качества текстильных материалов // Молодые ученые - развитию Национальной технологической инициативы (ПОИСК). 2022. № 1. С. 15-17.
2. Miroshnichenko D., Kareva T., Tolubeeva G., Abramov N., Lodyshkin A. Program for visual representation of defects in the appearance of textile materials with different types of surface design. // В сборнике: AIP Conference Proceedings. INTERNATIONAL CONFERENCE ON TEXTILE AND APPAREL INNOVATION (ICTAI 2021). 2022. С. 020008.
3. Карева Т.Ю., Мирошниченко Д.А., Толубеева Г.И., Болсуновская М.В., Бойков А.В., Лодышкин А.В. Поиск путей совершенствования цифрового представления текстильных материалов с целью обнаружения дефектов. // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2022. № 2 (398). С. 104-108.
4. Пульсация светового потока. [Электронный ресурс]. URL: <https://aledo-pro.ru/articles/view/pulsaziya/>
5. Basler acA2440-35uc [Электронный ресурс]. URL: <https://www.baslerweb.com/ru-ru/shop/aca2440-35uc/>
6. Грицкевич И.Ю., Телина И.С. Оценка алгоритмов управления временем экспозиции // Вестник Новгородского государственного университета. 2016. № 7 (98). С. 6-12.

## **ВЛИЯНИЕ СОСТАВА НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ ТЕКСТИЛЬНО-ПОЛИМЕРНЫХ ОТХОДОВ**

### **THE INFLUENCE OF COMPOSITION ON THE PHYSICAL-MECHANICAL PROPERTIES OF COMPOSITES BASED ON TEXTILE-POLYMER WASTES**

Р.Р. Мустафина, Е.Ю. Гаврилюк, А.А. Азанова  
R.R. Mustafina, E.Yu. Gavrilyuk, A.A. Azanova

Казанский национальный исследовательский технологический университет  
Kazan National Research Technological University  
E-mail: MustafinaRR@corp.knrtu.ru, GavrilyukEYu@corp.knrtu.ru, AzanovaAA@corp.knrtu.ru

**В статье рассмотрена проблема переработки текстильно-полимерных отходов. Предложено их измельчение и получение композиционных материалов путем соединения с полимерным связующим. Рассмотрены различные пропорции компонентов в рецептуре композитов, варианты с текстильной подложкой и без нее. Проведены испытания физико-механических свойств полученных материалов. Приведена динамика потери толщины образцов при истирании стандартным абразивом - для истирания 0,1 мм требуется от 1,6 до 4,8 тыс. циклов в зависимости от соотношения размеров измельченного сырья.**

**Ключевые слова:** переработка, текстильно-полимерные отходы, композит, межлекальные отходы, измельченное сырье, истирание, влияние состава.

**The article considers the problem of processing textile and polymer waste. Their grinding and obtaining composite materials by combining them with a polymer binder is proposed. Different proportions of components in the formulation of composites, variants with and without textile backing are considered. The physical and mechanical properties of the obtained materials were tested. The dynamics of specimen thickness loss during abrasion with standard abrasive is given - abrasion of 0.1 mm requires from 1.6 to 4.8 thousand cycles depending on the size ratio of the ground raw material.**

**Keywords:** recycling, textile-polymer wastes, composite, intermediate waste, crushed raw materials, abrasion, the influence of composition.

Текстильные отходы составляют 5% от общего объема твердых коммунальных отходов. При этом на одного городского жителя приходится в среднем 16 кг текстильных отходов в год. Приблизительно 25% можно направлять на разволокнение и производство нетканых материалов и пряжи. В России согласно закону от 14 июля 2022 года № 268-ФЗ с 1 января 2025 года использование вторичного сырья станет обязательным при производстве цемента, почвогрунтов, кирпичей, покрытий из резиновой крошки и отдельных видов технических изделий из резины. [1]. Актуальной проблемой является переработка текстиля с полимерными покрытиями – он непригоден для механической регенерации, поэтому его утилизация сводится в лучшем случае к «апсайкл» переработке в условиях швейного производства, а чаще всего это захоронение на мусорных полигонах. В работе рассмотрен вариант переработки текстильно-полимерных отходов швейного производства средств индивидуальной защиты, которые представляют собой прорезиненные ткани на основе полиамидных волокон [2-4].

Авторами предложено измельчение текстильно-полимерных отходов и смешивание полученной крошки со связующим с последующим формированием многослойного композита. Измельчение межлекальных отходов проводилось с помощью роторной ножевой мельницы РМ 120М с применением двух сеток с ячейками размером 2 и 6 мм. Благодаря различным видам сеток, возможно получение крошки различных фракций, что в свою очередь расширяет выбор пропорций и варьирование свойств получаемого объекта. В качестве связующего в работе использован воднодисперсный полиуретановый клей Dis-line 02 производства ООО «ПолиМикс Казань» [5].

Полученные варианты измельченного сырья смешивались со связующим компонентом в различных соотношениях и формировались композиционные материалы путем выкладки полученной массы в форму и прессованием при давлении 2 атм. Формование проводили с использованием пневматического пресса модели ХНС-02-С. Отработаны разные варианты нанесения смеси с текстильной подложкой и без подложки. Так же предлагается вариант с введением в полученную массу пигмента с целью получения декоративного эффекта (рис. 1) [5].

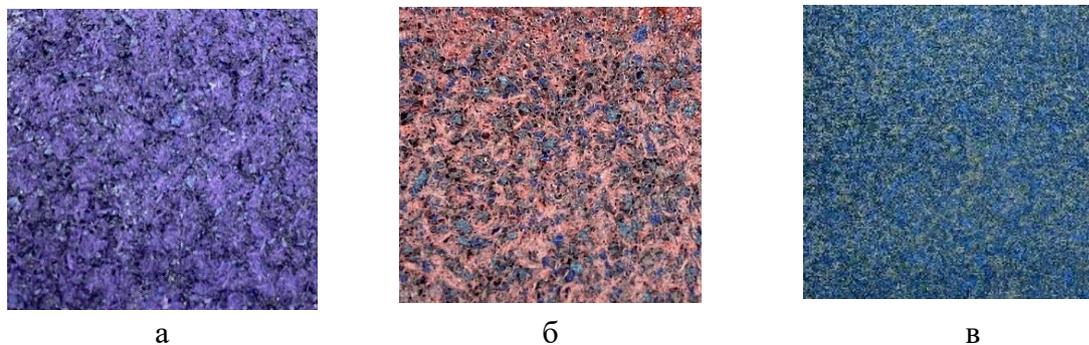


Рис. 1. Пример композитов, полученных с добавлением пигмента (а-б) и без него (в)

В таблице 1 в качестве примера представлена характеристика четырех образцов полученных композитов.

Таблица 1

Характеристики композитов на основе текстильно-полимерных отходов

Характеристики	Образец 1	Образец 2	Образец 3	Образец 4
Размер решетки, мм	2	5-6	5-6	2
Толщина средняя, мм	4,0	2,7	3,2	4,4
Коэффициент вариации по толщине, %	4	20	7	8
Соотношения сырья, %:				
Фракция 6-8 мм	7	40	40	5
Фракция 3-5 мм	50	25	45	35
Фракция 1-2 мм	35	15	10	55
Волокно	3	6	1	4
Нити	5	14	4	1

Образцы испытывались в соответствии с общепринятыми методиками, а также подверглись воздействию воды – замачивались в течение одного часа при комнатной температуре. Стойкость к истиранию определяли на универсальном приборе абразивного изнашивания UGT-7012-S, за итоговый результат принимали количество циклов, которое требуется для истирания 1 мм по толщине образца [6-7]. Результаты испытаний представлены на рис.2.

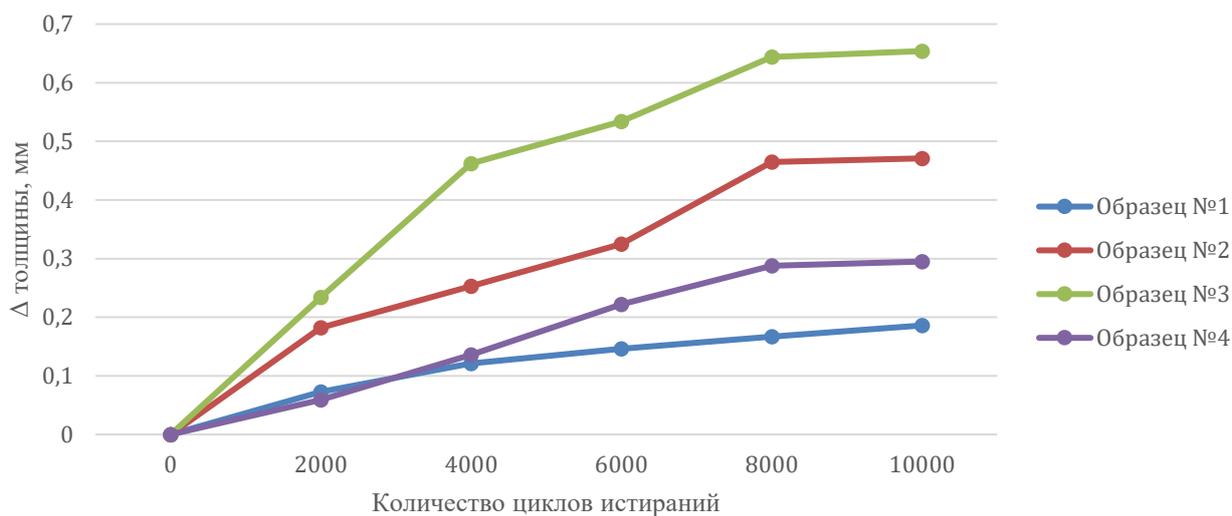


Рис.2. Динамика потери толщины ( $\Delta$ ) при многократном истирании

Исходя из графика можно сделать вывод о том, что потеря толщины при истирании значительно выше при присутствии в образцах крошки более крупной фракции, это можно увидеть по данным образцов 2 и 3. Соответственно, если в составе преобладает крошка более мелкой фракции, то потеря толщины при истирании незначительная, это показывают образцы 1 и 4.

Для оценки износостойкости композитов в условиях внешней среды образцы были подвержены вымачиванию в пресной и соленой воде. После замачивания образцы не набухают, сохраняют первоначальные размеры, прочность и внешний вид.

Таким образом, при получении композитов на основе текстильно-полимерных отходов целесообразно применять смеси из крошки мелкой и средней фракции для достижения более равномерно уплотнённой структуры. Применение крошки только крупной фракции приводит к ухудшению износостойкости.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Определены товары с обязательным использованием вторсырья с 2025 года (reo.ru)
2. Сухова А.А. Анализ современных изолирующих материалов и средств индивидуальной защиты кожи на их основе // Вестник Казанского технологического университета, Т. 19, №. 15, 2016, С. 128-130
3. Сухова А.А., Тарасов Л.А., Абуталипова Л.Н. Многофункциональный композиционный материал ЛТЛ-1-2 // Вестник Казанского технологического университета, Т. 17, №. 21, 2014, С. 75-76.
4. ГОСТ 12.1.007-76. Система стандартов безопасности труда. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности.
5. Гильдеев И.А., Мустафина Р.Р., Азанова А.А., Сухова А.А. Отходы производства СИЗК как сырье для получения композиционных материалов // Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоемкие технологии и материалы (SMARTEX). 2022. № 1. С. 112-114.
6. Бузов, Б. А. Материаловедение в производстве изделий лёгкой промышленности (швейное производство) : учебник для студентов вузов / Б.А.Бузов, Н.Д.Алыменкова; под ред. Б.А.Бузова. – 4-е изд., испр. – Москва : Академия, 2010. – 448 с. : ил..
7. Практикум по материаловедению швейного производства : Учеб. пособие для студентов вузов. - Москва : ИЦ Академия, 2003 (ГУП Саратов. полигр. комб.). - 416 с. - (Высшее профессиональное образование. Легкая промышленность); ISBN 5-7695-1176-1 (в пер.)

## ПРОИЗВОДСТВО ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНОЙ ЗАЩИТЫ РУК РАБОТНИКОВ ВСЕХ ОТРАСЛЕЙ НАРОДНОГО ХОЗЯЙСТВА

### PRODUCTION OF HIGH-TECH HAND PROTECTION FOR WORKERS IN ALL SECTORS OF THE NATIONAL ECONOMY

Н.Д. Нагманов, А.С. Парсанов

N.D. Nagmanov, A.S. Parsanov

Казанский национальный исследовательский технологический университет

Kazan National Research Technological University

Email: nagmanovn@mail.ru, parsanov1982@yandex.ru

Сегодня промышленность в России развивается во многих направлениях. И в каждом из них существуют определенные нормы использования средств индивидуальной защиты (СИЗ), в частности для защиты рук. Основная цель использования средств индивидуальной защиты (СИЗ) — уменьшить действие неблагоприятных факторов на работе и улучшить условия труда персонала. Главной проблемой является – недолговечность и недостаточная защита рук работников, используемых перчаточных изделий, приводящие к повышению травматичности на производстве.

**Ключевые слова:** охрана труда, производственный травматизм, компьютерное проектирование, инновационные волокнистые материалы, промышленный дизайн, рабочие печатки.

Today, industry in Russia is developing in many directions. And in each of them there are certain standards for the use of personal protective equipment (PPE), in particular for hand protection. The main purpose of using personal protective equipment (PPE) is to reduce the impact of unfavorable factors at work and improve the working conditions of personnel. The main problem is the fragility and insufficient protection of workers' hands, the gloves used, leading to an increase in injuries at work.

**Keywords:** labor protection, industrial injuries, computer design, innovative fibrous materials, industrial design, work gloves.

В рамках работы предлагается использование инновационных волокнистых материалов (нити, пряжа) для производства средств индивидуальной защиты рук. В качестве инновационных волокнистых материалов выступают различные смесовые сочетания натуральных (хлопок) и синтетических (арамидные, полиэфирные, СВМПЭ) Например, арамидное волокно обладает высочайшей разрывной прочностью 250–600 кг/мм<sup>2</sup>, а прочность хлопка 40–50 кг/мм<sup>2</sup>.

Кроме того, важной частью проекта является цифровое моделирование эргономических свойств разрабатываемых изделий. Применение компьютерного моделирования позволяет получать цифровые двойники выпускаемой продукции с четко заданными характеристиками (прочность, устойчивость к истиранию, прокалыванию и разрезанию).

На сегодняшний день рабочие перчатки являются первостепенным средством индивидуальной защиты (СИЗ). Объем производства рабочих перчаток только одной лишь компанией «Энергия» из Чувашской Республики, составляет 1,2 млн пар рабочих перчаток в месяц [1].

Кроме того, как показали исследования Grand View Research, Россия находится на четвертом месте по потреблению и производству СИЗ в мире [2].

В рамках работы рассмотрены наиболее востребованные категории перчаточных изделий.

Обширной ценовой политике присущи разные классификации рабочих перчаток по ряду характеристик, например: прочность, класс вязки, состав нитей, пряжи.

В бюджетном сегменте (от 10 до 100 рублей за пару) находятся рабочие перчатки 1 категории защиты, предназначенные для защиты рук от грязи и небольших сучков. В

основном Российские производители изготавливают именно такие перчатки бюджетного сегмента, обуславливая дешевизной выпускаемой продукции.

В среднем ценовом сегменте (от 100 до 1000 рублей за пару) находятся перчатки 2 категории защиты они устойчивее к порезам. Именно такие перчатки будет изготавливать предлагаемый проект, так как данный сегмент перчаток изготавливали преимущественно иностранные производители, а на сегодняшний день их отсутствие пагубно влияет на статистику по травматизму на предприятиях и условия труда персонала. А соответственно инновационным технологическим решением удастся восполнить ушедшие мощности производств перчаточной продукции и сократить количество травм на производствах.

В дорогом ценовом сегменте (от 1000 и выше рублей за пару) находятся перчатки 3 категории защиты, обладающие максимально возможной защитой, например от химических воздействий, брызг металла или прямого нагрева. Такие перчатки больше востребованы в узких направлениях применяемых работ, так как они должны в полной мере сохранять целостность рук рабочего при тяжелых воздействиях различного рода факторов на перчаточное изделие.

Исходя из вышеперечисленного, можно сделать вывод, что непосредственно перчаточные изделия на сегодняшний день крайне важный элемент при выполнении различного вида работ в каждой из отраслей промышленности, с большими перспективами в области импортозамещения и последующей реализации изготавливаемой продукции. На сегодняшний день спросом пользуются именно перчаточные изделия среднего ценового сегмента и в рамках данной работы будет решаться проблема нехватки перчаточных изделий 2 категории защиты.

Не маловажным фактором СИЗ является критерий безопасности при выполнении разного вида работ. Каждая травма, полученная на производстве, фиксируется и далее по результатам составляются статистики разного рода.

По статистическим данным повреждение кисти составляют до 70% всех травм. Из материалов Центрального статистического управления по производственному травматизму выясняется, что из повреждений, излечивающихся в срок свыше трех дней [3]:

- повреждения верхней конечности составляют – 5%;
- повреждения правой кисти – 30%;
- повреждения левой кисти – 25%;
- всего 60%.

Важным является то, что понижение трудоспособности на 70–90% является временным, но улучшение состояния верхней конечности ведет к восстановлению трудоспособности пострадавших до 50%.

В 2015 году вследствие травм верхней конечности был потерян приблизительно один миллион рабочих дней. В 2020 году было выплачено 18 миллионов рублей по больничным листам, на расходы больниц, медикаменты, а также пенсионерам и инвалидам.

Сравнительные данные, относящиеся к травматизму в различных отраслях промышленности, показывают, что повреждения верхней конечности в любой отрасли промышленности преобладают над повреждением других частей тела (голова, туловище, нижние конечности):

- металлургия – 42%;
- металлообрабатывающая промышленность – 45%;
- текстильная промышленность – 51%;
- деревообрабатывающая промышленность – 82%;
- сельское хозяйство – 42%.

Стоит отметить, что использование жаккардового станка и компьютерной программы (рисунок 1), позволяющей моделировать будущее изделие, увеличивает возможности проектирования как за счет вида переплетения, так и использования крепкой арамидной нити именно там, где необходимо, например усиливая большой и указательные пальцы, придаст

перчаточному изделию необходимую безопасность и сохранит приемлемую стоимость выпускаемой продукции.

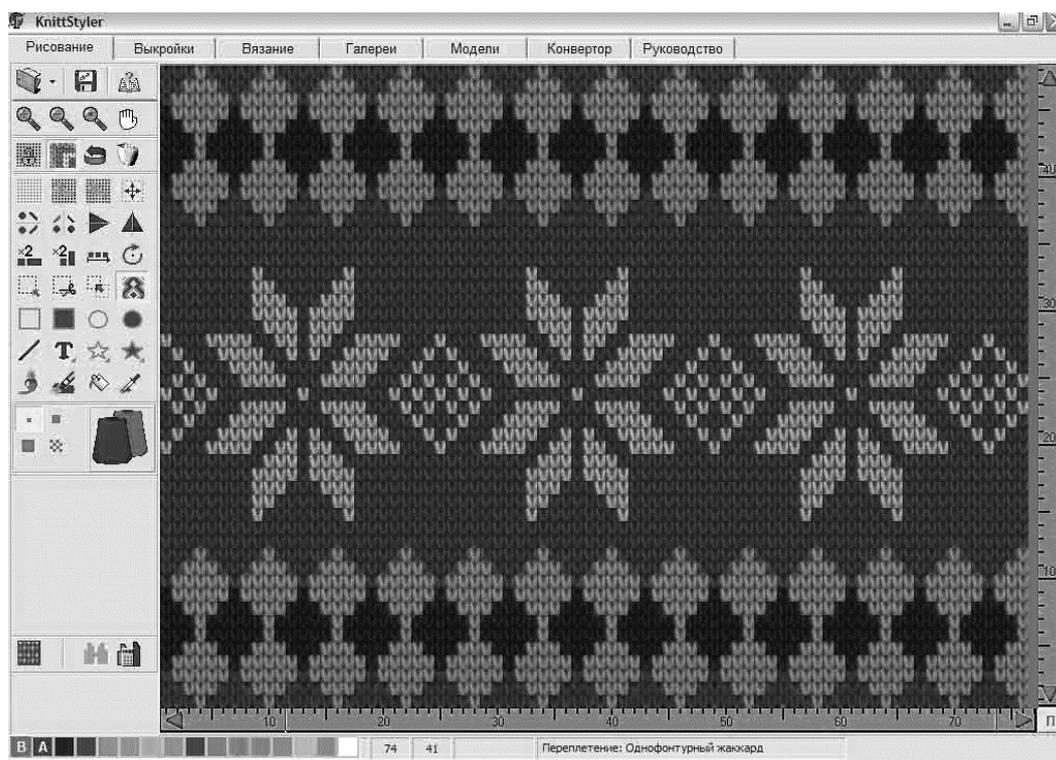


Рис. 1. Программа для моделирования трикотажных изделий.

Таким образом, разработка и производство инновационных перчаточных изделий из смесовых и синтетических волокон на сегодняшний день необходима, а также позволит как частично, так и в полной мере снизить количество случаев травматизма верхних конечностей персонала при работе в разных отраслях промышленности Российской Федерации, тем самым сохранив бесперебойное выполнение поставленных задач руководством, а главное удастся сохранить при этом тысячи рук и жизней людей.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Чувашская компания поставила первую партию рабочих перчаток в США. 2020. URL: <https://tass.ru/ekonomika/8749615> (дата обращения 27.09.2024).
2. Аналитика рынка средств индивидуальной защиты. URL: <https://getsiz.ru/glavnaya-stranica-getsiz-ru/rynok-siz/analitika-rynka-siz> (дата обращения 27.09.2024).
3. Эпидемиология (распространенность) травм кисти. 2021. URL: [https://meduniver.com/Medical/travmi/epidemiologia\\_travm\\_kisti.html](https://meduniver.com/Medical/travmi/epidemiologia_travm_kisti.html) (дата обращения 27.09.2024).

**ХУДОЖЕСТВЕННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ВЫПОЛНЕНИЕ КОЛЛЕКЦИИ  
ОДЕЖДЫ «ЗОЛОТОЙ ПЕТУШОК» В МАТЕРИАЛЕ ПО МОТИВАМ СКАЗОК  
А.С.ПУШКИНА**

**ARTISTIC DESIGN AND EXECUTION OF THE COLLECTION OF CLOTHES  
"GOLDEN COCKEREL" IN THE MATERIAL BASED ON THE FAIRY TALES OF A.S.  
PUSHKIN**

А.С. Небогатова, К.М. Демьяненко  
A. S. Nebogatova, K.M. Demyanenko

Ивановский государственный политехнический университет  
Ivanovo State Polytechnic University  
E-mail: an.nebogatova@ya.ru.

**Разработка и пошив коллекции по мотивам «Золотого петушка» Пушкина. Трансформация и современный подход к сценическому образу костюма. Разработка авторской концепции на основе восточных мотивов и лаковой миниатюры, костюмов Бакста, Дюны и тканей Морриса.**

**Ключевые слова: Палех, темпера живопись, лаковая миниатюра, Новгородский стиль, Лопатина, Бакст, Моррис, Дюна, восток, театр, филармония, сценография.**

**Development and tailoring of a collection based on Pushkin's "Golden Cockerel". Transformation and a modern approach to the stage image of the costume. Development of the author's concept based on oriental motifs and lacquer miniatures, Bakst costumes, Dune and Morris fabrics.**

**Keywords: Palekh, tempera painting, lacquer miniature, Novgorod style, Lopatina, Bakst, Morris, Dune, Vostok, theater, philharmonic, scenography.**

Разработать коллекцию для филармонии по мотивам сказки А. С. Пушкина «Золотой петушок». Изучить материал для стилизации костюма на основании палехских традиций, восточного театрального костюма Бакста, композиционных полотен Морриса, футуристической концепции «Дюны». Разработать авторский крой и принт с новационными решениями. Отшить коллекцию одежды «Золотой петушок» в материале

Исследование.

С самого начала зарождения лаковой миниатюры в селе-академии у основателей артели сказки Пушкина пользовались особой популярностью. Один и тот же сюжет всегда трактовался по-новому разными художниками. Автор обратил внимание не на традиционно черный полуфабрикат, а на иллюстрации и пластины Нины Лопатиной, где сюжетная композиция так легко и празднично разворачивает свое действие на белом фоне. Проанализировав основные мотивы пластин, иллюстраций и сюжетных композиций шкатулок Нины Лопатиной я сформировал вывод, что Палех — это не только чёрный фон, но и богатое разнообразие заготовок из папье-маше по форме и цвету. Для заготовок ещё используются не только сажа газовая, но и другие масляные краски оттенков кадмий красный темный или краплак, а также окись хрома или ФЦ, зелёная, белила титановые. Ее работы выбраны не случайно. Сама художница, как и большинство мастеров Палеха, часто иллюстрировала события Пушкинских сказок. И можно отметить, что её чистота цвета, обилие золотой росписи, новгородский стиль, что по своей сути более сказочный, чем строгановский, яркое оформление костюма, детализация и наполненность - все нашло отклик во работе, т.к. пестрит восточным колоритом и отражает главную задумку - показать "Золотого петушка" через традиции главной героини произведения. Это новое толкование палехских традиций, т.к. дизайнер не простой обыватель, а сам является выпускником художественного училища. Так для передачи настроения были взяты самые яркие образы и их символы из сказки для создания орнамента и аппликации. Так за восточными символами

солнца, звёзд, гвоздики и пушкинского петушка - пера читаются отсылки к царю, звездочёту, Шамаханской царице и "дозорному". Так зародился симбиоз из театрального костюма и лаковой миниатюры. Именно поэтому тут используется не просто гобелен, а полотно с цветочном оформлении, чей орнамент вторит росписи на первом слое образов.



Рис. 1. Иллюстрации Нины Лопатиной

Проект состоит из 7 моделей, где каждый образ – сложная комбинация. Первый – «Звездочет» из брючного атласного костюма двойки(топ и шаровары) и жилета из гобелена, второй – «Царица» из сложной комбинации в виде юбки, пояс и топа, третий – «Царица праздничная» четырехслойный лук из комбинезона, сарафана, баски и кардигана, четвертый – «Страж» из мужественных брюк и топа с баской, пятый – «Страж» походный вариант из бридж топа и накладных карманов на поясе, шестой – «Царь» плате макси с корсетным топом и походным кардиганом. Используемые ткани – атлас трех цветов -золотисто-белый, изумрудный, пурпур, гобелен, расшитый бисером и аппликациями, созданными и закрепленными по технологии для купальников спортивной гимнастики.



Рис. 2. Эскиз коллекции

Новаторство прослеживается и в том, что будет игра контрастов: гобелена в стиле Морриса и атласной блестящей ткани, что по структуре будет напоминать готовое лаковое изделие, силуэтов и иллюстративной наполненности. Вдохновляясь работами Бакста, подчерпнуты приёмы стилизации костюма: диковинные вырезы на рукавах, сочетание контрастных по текстуре и цвету материалов, детализация. Современные тенденции и экранизация «Дюна» оставила отпечаток средневекового футуризма в крое верхнего слоя

одежды и силуэте коллекции. Шаровары соответствуют трендам 2025г.. Райские птицы Морриса и его сады Эдема, переданные на гобеленах, отражают марокканский стиль. Основной задачей было сделать не просто театральные костюмы, а костюмы от-кутюр с ювелирной ручной росписью и богатой отделкой. Тема сказки А.С. Пушкина "Золотой петушок" выполнена, объединив восточные силуэты и аксессуары с мотивами палехской росписи. В декоративном оформлении атласной ткани было принято новаторское решение использовать золотой контурный акрил для росписи по тканям. В основу композиционного составляющего легли традиционные приёмы палехских орнаментов и растительные мотивы новгородского стиля. Так через жужжалиц и восьмиконечные звезды шифруется образ звездочета, через условные цветы, гвоздики - яркую и загадочную натуру Шамаханской царицы, коловрат и солнечные символы - отсылка к звезде Давида, царскому символу власти, а золотое перо, что так напоминает каноническую атрибуку палеха – Жар-птицу, принадлежит главному герою сказки - Золотому петушку. Через цвет трактуется принадлежность сценического костюма к той или иной роли. Пурпурный испокон веков носили правители разных стран, в особенности Востока. Загадочный изумрудный с синим отливом напоминает нам что-то магическое и волшебное, как звёздное небо, перемены которого трактует звездочёт. Белый атлас с золотым подтоном говорит нам о величии и чистоте, о неприступности и недостижимости южной правительницы. В образах используется и многослойность - что в эпоху, описываемую в сказке, было традицией, а в наше время это одна из модных тенденций стилизации. Современный подход прослеживается в том, что условно женское платье с топом в пурпурном оттенке отсылает к царским платьям, которые тогда использовались как первый слой традиционного костюма. Брюки алладины говорят о принадлежности к востоку, однако посадка и сама форма низа на данный момент напоминает джоггеры в более гиперболизированном, но при этом лаконичном исполнении. Форма юбки и рукавов поддерживает ритм и развитие формы от маленького до большого и использование характерной сборки в костюме. Сам центральный образ является мажорным аккордом коллекции, где применяются все декоративные и стилеобразующие приёмы. Тут и многослойность, и воланы, и брюки алладины, которые объединены в одном изделии - комбинезоне, и роспись, и самое большое пятно гобелена, которое держит центр всей коллекции и является тем самым закрывающим показ «платьем невесты». Интересная технология была переименована к гобелену, что было необходимо по ходу работы. Из-за ограничения в материале обусловленным территориальным местоположением и неимением возможности купить подлинные восточные ткани старины. Автором было принято решение состарить полотно вручную доступными материалами - красителями для натуральных тканей. В результате проведения лабораторных работ для выведения нужного оттенка было сделано более 10 выкрасов по разным формулам и концентрации растворов. Таким образом, из коричневого, охристого и мангового оттенка в пропорции 3:2:1 бежевое полотно приобрело приятный оттенок, который гармонирует с другими колерами коллекции. Сама роспись разработана автором и её мамой педагогом и в прошлом главой комитета образования ПХУ им. М. Горького Юлией Александровной, а выполнена всем семейным подрядом династии художников Небогатовых, от стариков до младшей художницы – студентки Марии-Матроны, основателями иконописной мастерской «Палехский образ».

Помимо ситцев Ивановская область славна промыслом лаковой миниатюры села Палех, откуда родом сам дизайнер. Так местные традиции, мажорность шкатулок, милые сердцу бытовые и революционные композиции сформировали его вкус. А принты имеют условность этого стиля. Сила цвета, культурный код местного населения, собирательные образы, символы - великая ценность для нового поколения. Однако тут продемонстрировано новое прочтение и применение духа народности в современных образах.



Рис .3. «Уводь Фэст» 10. 08.2024г. Иваново

Иваново славен своим театром и филармонией, чьи спектакли и постановки ценятся местными жителями и туристами, а также находят отклик в сердцах публики на гастролях. К юбилею Александра Сергеевича был выигран грант на поставку "У Лукоморья" и были приглашены ведущие специалисты разных направлений, среди которых оказалась и Анастасия Небогатова, как первый человек, кто перенёс палехские традиции на новые по материалу изделия. Получая высшее в ИВГПУ по направлению Дизайна костюма и текстиля это, была ее стартовая коллекция, осуществленная при финансовой поддержке филармонии. На данный момент коллекция является полуфиналистом конкурса «Пушкинский бал», дебютировала в Питере на финальном этапе конкурса, первая премьера в Иваново состоялась 3.06. 2024г. на спектакле «У Лукоморья», поставленного в честь 225-летия со дня рождения писателя, хранится на постоянной основе в фонде Ивановской филармонии, участвует в гастролях по городу и области среди которых можно выделить «Уводь Фэст» 10. 08.2024г., в Лухе в рамках фестиваля «Лук Лучок» 31.08.2024г., в Гаврилов-Посаде на проекте «У Лукоморья» 24.09.-24г.. Постановка в репертуаре государственной Ивановской филармонии, костюмы находятся в действующем фонде.

Таким образом, изучив современные тенденции, влияние востока и каноны темперной живописи Палеха объединились в одном проекте по созданию коллекции одежды по мотиву сказки А. С. Пушкина «Золотой петушок». Получилось за счет выразительных средств сделать уникальные сценические образы, которые так или иначе отвечают заявкам юного зрителя и более старшего поколения, так как объединяют современное течение моды и сценографии и культурного кода, используемых слогательных направлений в коллекции.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Искусство Палеха. 1975. Автор: Зиновьев Н.М. стр. 7-9.
2. Стилистические традиции искусства Палеха. 1981. Автор: Зиновьев Н.М. стр. 4-12, 30-32, 42.
3. Русская лаковая миниатюра. Истоки и современность. 2003. Автор: Пирогова Л.Л. стр. 37-39.
4. Графика. Живопись. Театр. Лев Самойлович Бакст.
5. «Хроники Дюны» Фрэнк Герберт.
6. «Morris». Автор: Фиелл Шарлотта, Фиелл Питер. Издательство: Taschen 2022 г.

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СПОСОБОВ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИИ ВОЛОКНИСТЫМИ МАТЕРИАЛАМИ ПЕРЕХОДНЫХ УЧАСТКОВ ТРУБОПРОВОДОВ ГОРЯЧЕГО И ХОЛОДНОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ**

**IMPROVEMENT OF INSULATION METHODS FOR TRANSITION SECTIONS OF HOT AND COLD-WATER SUPPLY PIPES USING FIBROUS MATERIALS**

Н.А. Онипченко, Н.А. Грузинцева, Б.Н. Гусев  
N.A. Onipchenko, N.A. Gruzinceva, B.N. Gusev

Ивановский государственный политехнический университет  
Ivanovo State Polytechnic University

E-mail: onipchenko.nikita@yandex.ru, gruzincevan@mail.ru, gusevbnboris@yandex.ru

**В работе рассмотрен вариант усовершенствования способов теплоизоляции волокнистыми материалами переходных участков трубопроводов горячего и холодного водоснабжения. В качестве объекта исследования было выбрано отделочное производство из-за специфического микроклимата. Для теплоизоляции узлов сложной формы использована технология лазерного сканирования с дальнейшим построением UV-развёртки.**

**Ключевые слова:** 3D-сканирование, волокнистый теплоизоляционный материал, UV-развёртка

**The work considers the improvement of methods for thermal insulation of transition sections of hot and cold water supply pipelines using fibrous materials. The finishing production was chosen as the research object due to its specific microclimate. For the thermal insulation of complex-shaped nodes, laser scanning technology was used, followed by the construction of a UV map.**

**Keywords:** 3D scanning, fibrous thermal insulation material, UV mapping

Тепловая изоляция труб и оборудования играет ключевую роль в обеспечении технической осуществимости и экономической целесообразности технологических процессов. Она широко используется в энергетике, жилищно-коммунальном хозяйстве, текстильной и лёгкой промышленности, а также в химической, нефтеперерабатывающей, металлургической, пищевой и других отраслях промышленности.

Объектом исследования было выбрано отделочное производство, отличающееся специфическим микроклиматом. В ходе процесса окрашивания тканей вода нагревается до высоких температур, что вызывает интенсивное испарение влаги из воздуха. Это приводит к значительному увеличению концентрации паров красителей в воздухе, что может достигать критически высоких уровней. Такая ситуация оказывает негативное воздействие на здоровье работников, подвергая их риску вдыхания вредных веществ. В результате, условия труда в отделочном производстве требуют особого внимания к вопросам безопасности и охраны здоровья сотрудников. Основную тепловую нагрузку на помещение создаёт оборудование крашения и оборудование для обработки и заключительной отделки ткани. Так как современное оборудование в основном имеет защитные кожухи, в том числе препятствующие распространению тепла в помещениях, основную опасность для персонала могут представлять коммуникации из-за высоких температур пара и конденсата [1].

Проблема совершенствования процесса теплоизоляции объектов текстильного оборудования была рассмотрена по двум направлениям:

– совершенствование способа производства волокнистого теплоизоляционного материала (мата);

– совершенствование способа процесса теплоизоляции.

В первом случае был получен патент на изобретение [2], заключающийся в нанесении на волокнистый слой текстильных обкладок и прошивку их нитками, отличающийся тем, что предварительно располагают самоклеящуюся ленту-липучку частью «петли» по поверхности

мата в продольном, поперечном направлениях и по направлениям диагоналей, сформированных лентами прямоугольников, а затем осуществляют по лентам прошивку мата швейными нитками, при этом ширину ленты-липучки определяют с учётом толщины и ширины волокнистого теплоизоляционного прошивного мата на основании соотношения:  $л = Ш/Т + 10$ , где: л – ширина ленты-липучки, мм; Т, Ш – соответственно толщина и ширина прошивного мата, мм; а прошивку мата нитками вместе с наложенной лентой-липучкой в продольном направлении осуществляют на расстоянии не менее трёхкратной и не более пятикратной ширины ленты-липучки, а в поперечном направлении осуществляют на расстоянии не менее пятикратной и не более десятикратной ширины ленты липучки в зависимости от ширины мата.

В рамках совершенствования процесса теплоизоляции была зарегистрирована заявка на патент [3]. Согласно нему, выделяют и маркируют (устанавливают) границы переходного участка трубопровода, проводят его лазерное 3D-сканирование для получения файла облака точек их поверхности. В результате сканирования мы получаем предварительную визуализацию будущей модели. Необходимо произвести обработку сканов, которые представляют собой набор снимков со сканера с предварительным внутренним ориентированием. Всё эти этапы проводятся автоматически.

После объединения сканов получена цельная высокополигональная модель (порядка 80000000 полигонов) с большим количеством шума и неровностей, что затруднит дальнейшую работу с ней. Такие эффекты могут быть вызваны блеском металла, сколами краски, загрязнениями и автоматической фильтрацией краевых частей объекта во избежание краевого эффекта. На рис. 1 изображен узел трубопровода после сканирования.

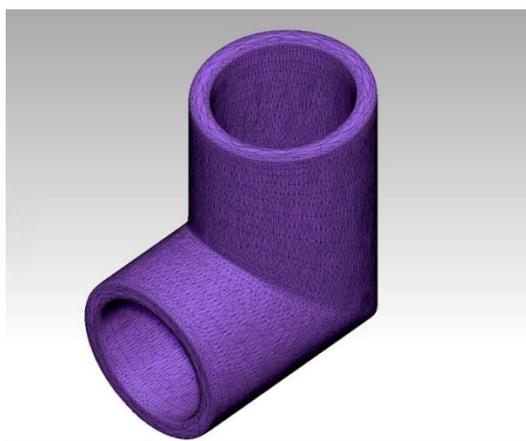


Рис. 1. Отвод трубопровода после сканирования

Для исправления модели подойдут программы, предназначенные для работы с плотной полигональной сеткой такие как: Autodesk 3ds Max, Maxon Cinema 4D, Zbrush, Blender. В нашем случае был использован Blender, т.к. данное ПО имеет открытый исходный код и распространяется бесплатно.

Чтобы убрать все дефекты сканирования, проводят ретопологию сетки с последующим уменьшением количества полигонов в модели (Рис. 2). При текущей плотности сетки, уменьшение количества полигонов на 80% не ухудшит детализацию модели, но заметно упростит дальнейшее взаимодействие с ней.

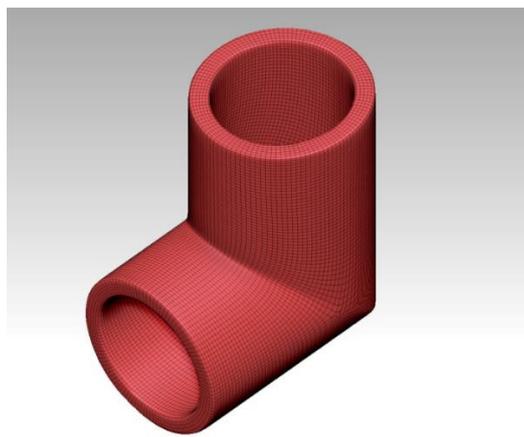


Рис. 2. Отвод трубопровода после ретопологии

С использованием программного продукта «Rizom UV Real Space» (разработчик компания Rizom-Lab, Франция) осуществляется построение изображения UV-развёрток элементов поверхности переходного участка трубопровода с указанием фактических геометрических размеров его габаритов (рис. 3).

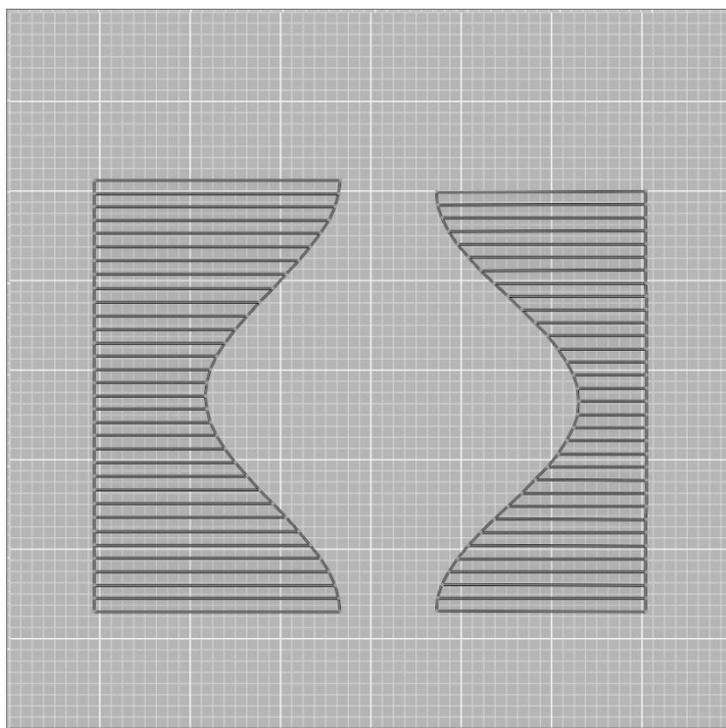


Рис. 3. UV-развертка отвода трубопровода

На заключительном этапе UV-развертка проецируется на поверхность теплоизоляционного прошивного мата. Участки самоклеящейся ленты-липучки части «петли» наносят и фиксируют на поверхность заготовки размеченного отрезка мата по линиям разметки внешнего контура, составляющих развёртки поверхности соответствующего переходного участка трубопровода (рис. 4).

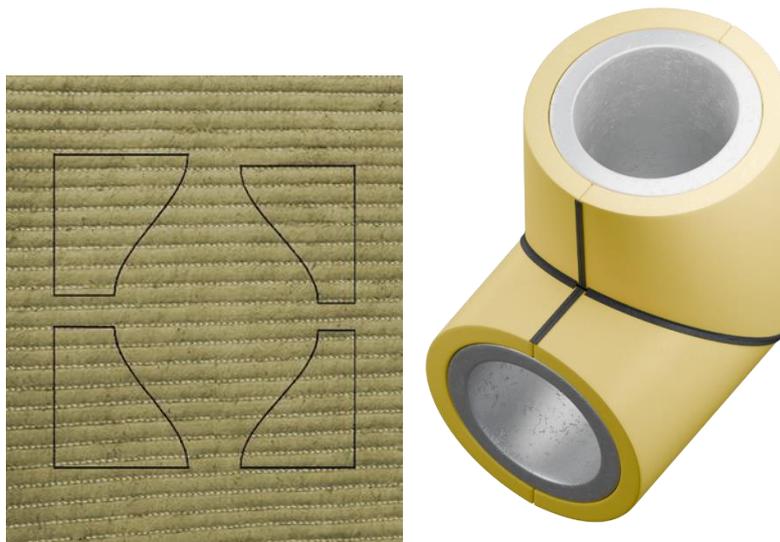


Рис. 4. Теплоизоляция отвода с учётом его формы

Предлагаемый способ теплоизоляции трубопроводов матами из минеральной ваты позволяет осуществить качественную теплоизоляцию элементов переходных участков трубопроводов горячего и холодного водоснабжения, а именно отводов, переходов и разветвлений, арматуры, сальниковых компенсаторов и фланцевых соединений, а также теплообменного оборудования сложной конфигурации. При этом повышается качество теплоизоляции, упрощается сам процесс монтажа, а также появляется возможность быстрого доступа к поврежденному узлу трубы за счёт оперативного демонтажа (снятия ленты-липучки «крючки»), и возможностью многообразного использования раскроенного мата. Также появляется возможность щадящего восстановительного ремонта без полного демонтажа старой изоляции, а также уменьшается трудоёмкость обработки режущими инструментами (для подгонки к местам трубопроводов усложненной конфигурации: опорам, ответвлениям, запорным устройствам и т.д.).

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Онопченко, Н. А. Стабилизация микроклимата в отделочном производстве путём дополнительной теплоизоляции энергоёмкого оборудования / Н. А. Онопченко, Б. Н. Гусев // Молодые ученые - развитию Национальной технологической инициативы (ПОИСК). – 2024. – № 1. – С. 1027-1028. – EDN DMZSUT.
2. Патент на изобретение RU 2809425 С1, 11.12.2023. Способ изготовления волокнистого теплоизоляционного прошивного мата / Заявка № 2023110867 от 27.04.2023 / Онопченко Н.А., Зяблов В.А. и др.
3. Патент на изобретение. Способ теплоизоляции трубопровода матами из минеральной ваты// Заявка № 2024114156 от 24.05.2023 / Онопченко Н.А., Зяблов В.А. и др.

## ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ СОВМЕЩЕНИЯ СИНТЕЗА ТИТАНСОДЕРЖАЩЕГО ЗОЛЯ С ПРОЦЕССОМ КРАШЕНИЯ

### EVALUATION OF THE POSSIBILITY OF COMBINING THE SYNTHESIS OF TITANIUM-CONTAINING SOL WITH THE DYEING PROCESS

В.А. Онорина, Н.В. Дашченко  
V.A. Onorina, N.V. Dashchenko

Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна  
Saint Petersburg State University of Industrial Technologies and Design  
E-mail: val.onorina@yandex.ru, dnv77@mail.ru

Практическим интересом обладают текстильные материалы с эффектом самоочистения, достигаемого путем не только нанесения композиций на поверхность, а образованием активного вещества, способствующего разложению органических загрязнителей на текстильном материале в процессе синтеза. Получение более устойчивого эффекта самоочистения возможно путем проведения синтеза титансодержащего золя в структуре текстильного материала. В данной работе титансодержащий золь был получен методом золь-гель.

Ключевые слова: титансодержащие золи, самоочищающиеся ткани, фотокаталитические свойства, диоксид титана.

Of practical interest are textile materials with self-cleaning effect, achieved not only by applying compositions on the surface, but by the formation of an active substance that promotes the decomposition of organic pollutants on the textile material in the process of synthesis. Obtaining a more sustainable self-cleaning effect is possible by carrying out the synthesis of titanium-containing sol in the structure of the textile material. In this work, the titanium-containing sol was obtained by sol-gel method.

Keywords: titanium-containing sols, self-cleaning fabrics, photocatalytic properties, titanium dioxide.

Текстильные материалы со свойствами самоочистения в настоящее время востребованы для изготовления специальной и спортивной одежды, спортивного инвентаря, средств реабилитации и обивочных материалов для транспортных средств. Использование таких материалов для изготовления изделий, не подвергающихся частым стиркам, позволяет экономить средства на эксплуатацию и повышает, таким образом, срок службы изделия. Для придания текстильным материалам свойств самоочистения используется наноразмерный диоксид титана, хорошо зарекомендовавший себя фотокаталитически активный материал со свойствами полупроводника.

Цель данной работы заключается в разработке технологий, позволяющих совмещать стандартные процессы крашения с приданием свойств самоочистения тканям различного волокнистого состава.

Проведенные исследования позволят установить оптимальные параметры и условия синтеза титансодержащего золя, а также его применимость в составах красильных ванн в совмещенных технологиях крашения и придания свойств самоочистения.

Для получения наноразмерного диоксида титана используются разнообразные методы, но золь-гель метод предпочтительнее, поскольку это простой, экономичный и низкотемпературный метод. Помимо всего вышеперечисленного данный метод имеет дополнительное преимущество, а именно возможность получения продуктов с однородной структурой [1].

Анатазные наноструктуры диоксида титана обладают большими фотокаталитическими свойствами, чем другие полиморфные конфигурации. Такие предпочтения объясняются отличительными кристаллографическими свойствами. Однако наноструктуры анатаза  $\text{TiO}_2$  довольно трудно синтезировать, т. к. они подвержены фазовым превращениям. Поэтому для синтеза анатазной структуры диоксида титана оптимально

использовать золь-гель метод, суть которого заключается в получении наночастиц двуокиси титана путем гидролиза титансодержащих прекурсоров, например тетрахлорида титана  $TiCl_4$ . Получаемые наноструктуры будут иметь следующую зависимость от степени гидролиза:

- сферические монодисперсные наноструктуры достигаются при стехиометрическом соотношении ( $RH=4$ );
- плотные микропористые наноструктуры достигаются при кислотном катализе ( $RH>4$ );
- рыхлые мезопористые наноструктуры достигаются при основном катализе.

Синтез золь-гель методом состоит из 2 основных стадий:

- 1 стадия: гидролиз прекурсора;
- 2 стадия: протекание полимеризации с образованием жидкой зольной фазы.

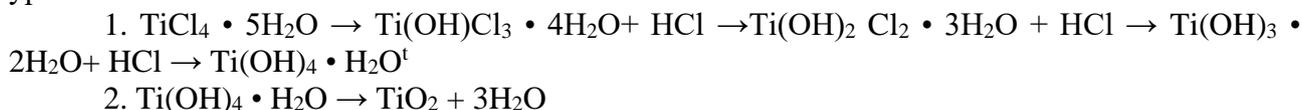
Помимо степени гидролиза на выход различных форм наночастиц диоксида титана будут оказывать: время процесса; скорость гидролиза; температура синтеза; соотношение воды с  $TiO_2$  [2].

Скорость укрупнения частиц увеличивается в результате повышения температуры процесса, поскольку происходит уменьшение вязкости раствора; за счет высокой скорости протекания конденсации, в этом случае процесс роста частиц связан с добавлением мономера, так как процесс протекает на границе раздела фаз.

В среднем размеры наночастиц линейно увеличиваются по мере протекания реакции синтеза. После прохождения второй стадии процесса происходит потеря растворителя и образование гелевой структуры.

В результате синтеза золь-гель методом выход продукта в большей степени происходит в виде аморфных частиц, кристаллизация которых происходит при действии высоких температур, т. е. на стадии нагрева, температура которого составляет свыше  $400\text{ }^\circ\text{C}$ .

Реакции гидролиза четыреххлористого титана  $TiCl_4$  описывается следующим уравнением:



Для совмещения процессов крашения и синтеза наноразмерных титансодержащих частиц необходимо получение наночастиц золь-гель методом при более низких температурах, сопоставимых с температурой процесса крашения. В первую очередь это актуально для текстильных материалов, поскольку большинство из них не могут подвергаться термообработке при температурах свыше  $200\text{ }^\circ\text{C}$ . Для интенсификации золь-гель метода возможно применение различных аминсоединений, используемых в качестве ПАВ, регулирующих размер и форму получаемых наночастиц. В качестве аминов используются триэтаноламин, диэтилентриамин, этилендиамин, триметилендиамин, триэтилентетрамин.

Для синтеза наночастиц  $TiO_2$  при температурах ниже  $100\text{ }^\circ\text{C}$  без дальнейшего проведения процесса термообработки золь-гель процесс всегда протекает в кислых средах, создаваемых уксусной  $CH_3COOH$ , азотной  $HNO_3$  или многоосновными карбоновыми кислотами (лимонной, бутантетракарбоновой). Для совмещения процессов синтеза и крашения подходят кислотные красители, имеющие способность выбираться в кислой среде. Кислотные красители чаще всего применяются для крашения текстильных материалов из белковых волокон (шерсть, шелк), а также пригодны для крашения полиамидных волокон, к которым обладают субстантивностью. Данные красители фиксируются за счет ионных связей, в результате чего можно получить относительно устойчивые окраски. Фиксация кислотных красителей происходит по протонированным аминогруппам волокон. Также помимо ионных связей кислотные металлосодержащие красители (комплексов 1:1; 1:2), связываются дополнительными координационными связями, которые образуются за счет d-металлов, входящих в состав данных красителей.

Для проведения эксперимента по совмещению процессов синтеза наночастиц  $TiO_2$  и крашения готовили исходные растворы реактивов, концентрация которых представлена в таблице.

Таблица

Компоненты и их рабочие концентрации

Компонент	Концентрация
HCl	10 %
ТЭА (спиртовой раствор)	10 %
$TiCl_4$ (спиртовой раствор)	10 %
Раствор кислотного красителя (КМК 1:2)	1 %

Далее с соблюдением всех необходимым этапов и параметров проводили синтез, совмещенный с процессом крашения, т. е. одновременно в красильную ванну при  $pH=2$  капельно из бюретки вводили титансодержащий прекурсор, ТЭА и раствор красителя [3].

Далее проводили испытания по устойчивости закрепления полученного титансодержащего золя на текстильном материале. В качестве испытаний по проверке устойчивости проводили последовательные циклы стирки и сушки в количестве 1, 2, 5 и 10 циклов [3].

После этого проверяли эффективность фотокаталитических свойств титансодержащего золя на материале, который сначала выдерживали в растворе модельного красителя метиленового голубого концентрацией 0,005 г/л в темном месте до достижения сорбционного равновесия и впоследствии проводили облучение в течение 9 циклов по 30 мин, т. е. общее время облучения – 270 мин. Конечным этапом эксперимента было получение спектров отражения на спектрофотометре Color15, по которым строили графики зависимостей степени фотокаталитического разложения модельного красителя от времени облучения [4],[5].

На рисунке 1 показан график зависимости степени фотокаталитического разложения красителя метиленового голубого синтезированным титансодержащим золям на шерстяной и полиамидной ткани.

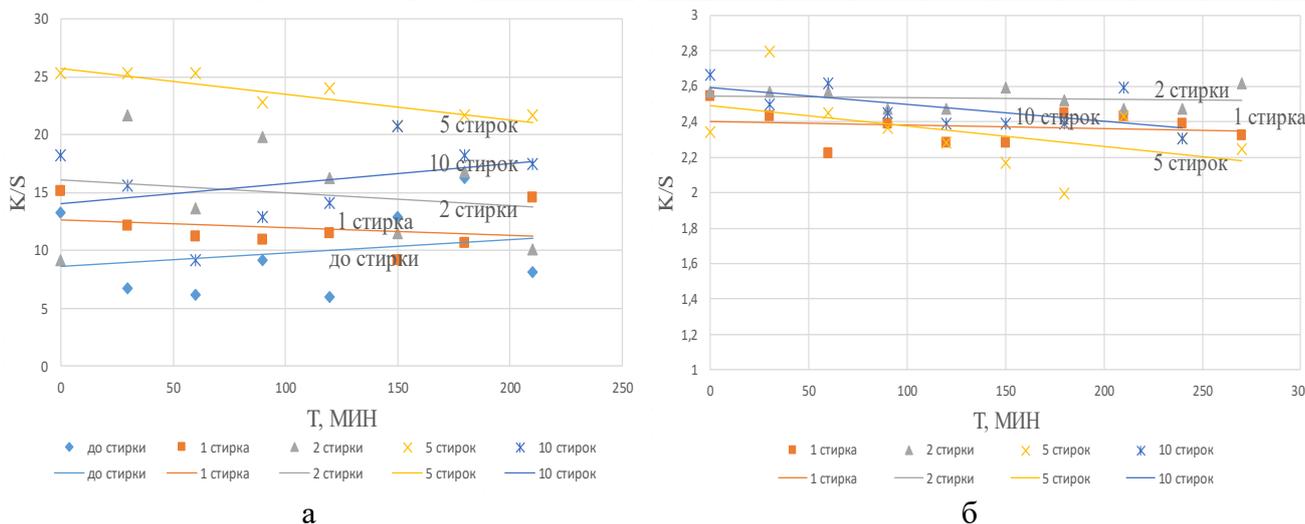
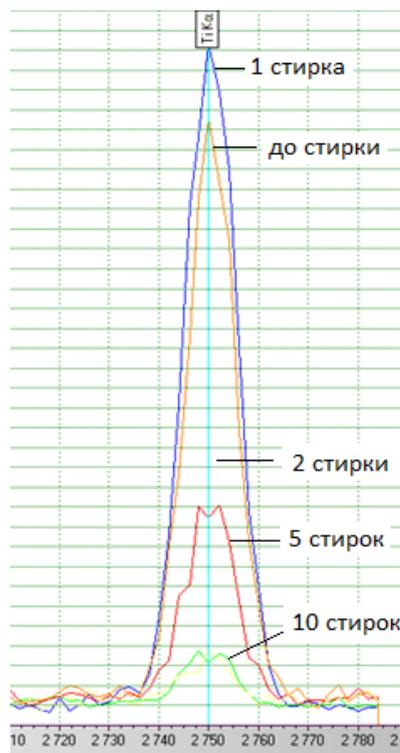


Рис. 1. Фотокаталитические свойства синтезированного титансодержащего золя на шерстяной (а) и полиамидной (б) ткани

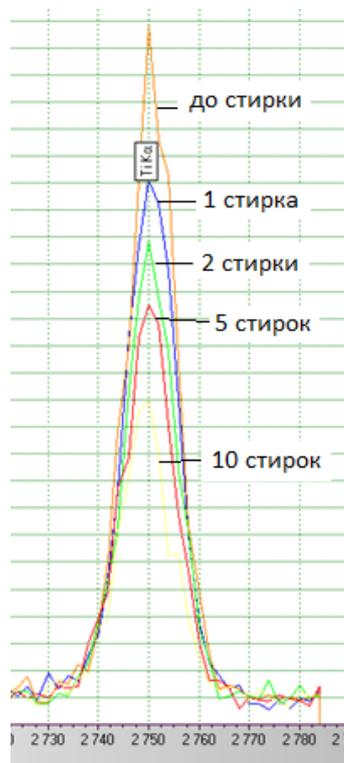
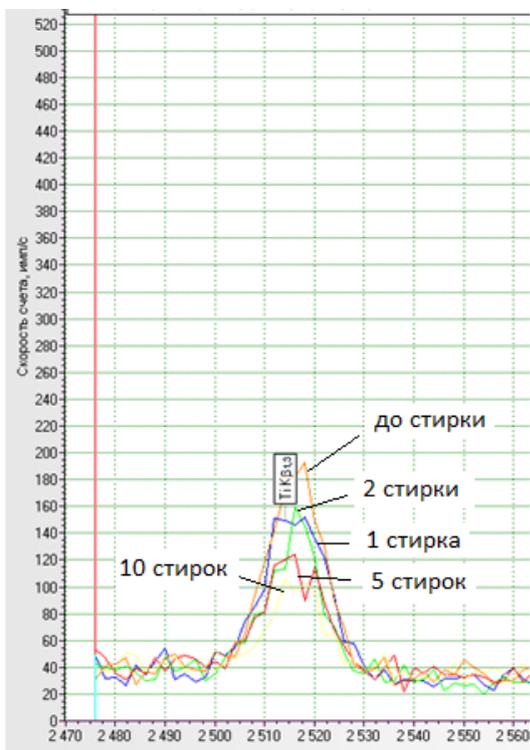
Дополнительно был проведен элементный анализ на спектрометре СПЕКТРОСКАН МАКС-G с целью доказать получение титана в процессе синтеза на поверхности текстильного материала, за счет которого и осуществляется фотокаталитическое разложение органических загрязнителей [6].

По результатам проведенного исследования были получены графики зависимостей содержания титана для шерстяной (рис.2) и полиамидной ткани (рис.3) до стирки и после последовательных циклов стирки.



Длина волны, нм

Рис. 2. Зависимость содержания Ti на поверхности шерстяной ткани от количества стирок



Длина волны, нм

Рис. 3. Зависимость содержания Ti на поверхности полиамидной ткани от количества стирок

Анализ полученных данных показывает, что стирка образцов приводит к снижению содержания титана в текстильном материале, однако, даже после 10 стирок на шерстяном волокне и полиамидной ткани наблюдается присутствие титана. Полиамидный субстрат лучше удерживает титан в своей структуре.

На основании проведенных исследований можно сделать вывод о том, что совмещение технологий крашения и придания свойств фотокаталитического самоочищения возможно для текстильных материалов, подвергаемых окрашиванию в кислых средах. В таком случае в процессе крашения возможно синтезировать в структуре текстильного материала титансодержащий золь, обладающий фотокаталитическими свойствами, причем такая отделка устойчива к 10 последовательным стиркам.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ерзунов, К. А. Самоочищающиеся наноразмерные покрытия на текстильных материалах / К. А. Ерзунов, О. И. Одинцова, А. В. Трегубов, М. Д. Ильичева // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. – 2022. – №5(401). – С. 5-18.
2. Дашенко, Н. В. Нанотехнологические процессы в химии волокнистых материалов: учеб. Пособие / Н. В. Дашенко, А. М. Киселев – СПб.: ФГБОУВО «СПбГУПТД», 2020. – 69 с.
3. Патент РФ 2323238 Многослойные пигменты на основе стеклянных чешуек / Merk Patent GMBH N 2004102.396/15; заявл.: 01.07.2002; опубл. 10.05.2005.
4. Коробова, Е. Д. Оценка фотокаталитических свойств интерференционных пигментов на основе гибридных оксидов / Е. Д. Коробова, Н. В. Дашенко // Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоемкие технологии и материалы (SMARTEX). – 2022. – №1. – С. 201-205.
5. Gretag Macbeth Color i5, спектрофотометры // URL: <https://pechatnick.com/market/spektrofotometri/gretag-macbeth-color-i5-spektrofotometri>. Дата обращения – 18.09.2024.
6. Спектроскан МАКС-G, Рентгенофлуоресцентный спектрометр | НПО «СПЕКТРОН». URL: <https://spectronxray.ru/devices/spektrometers/spectroscan-maks-g/> . Дата обращения – 18.09.2024.

**«ИВАНОВО: ЗВЕЗДНЫЕ ИСТОРИИ»  
ФИЛЬМ-ЭССЕ КАК КРЕАТИВНАЯ ФОРМА  
СТУДЕНЧЕСКОЙ ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

**«IVANOVO: STAR STORIES»  
FILM-ESSAY AS A CREATIVE FORM  
STUDENT PROJECT ACTIVITY**

Д.Н. Палилова, Ф.И. Каган  
D.N. Palilova, F.I. Kagan

Ивановский государственный политехнический университет  
Ivanovo State Polytechnic University  
E-mail: palilova\_dasha@mail.ru, fik35@mail.ru

Рассмотрены особенности коллективного студенческого проекта Ресурсного центра туризма и социокультурной инноватики ИВГПУ, реализованного в виде оригинальной выставки к 150-летию города Иваново и снятого на ее основе документально-игрового фильма-эссе с применением приемов сторителлинга. Это обеспечило эффективную иммерсию разновозрастных зрителей в специфику истории города Иваново как регионального центра, в его современные демографические и социально-экономические проблемы, в возможные подходы к их решению.

**Ключевые слова:** город Иваново, история, фильм-эссе, сторителлинг, иммерсия, демография, студенческое проектирование.

The features of the collective student project of the IVSPU Tourism and Socio-Cultural Innovation Resource Center, implemented in the form of an original exhibition dedicated to the 150th anniversary of the city of Ivanovo and a documentary feature film-essay based on it using storytelling techniques, are considered. This ensured the effective immersion of viewers of different ages into the specifics of the history of the city of Ivanovo as a regional center, into its modern demographic and socio-economic problems, and into possible approaches to solving them.

**Keywords:** Ivanovo city, history, film essay, storytelling, immersion, demography, student design.

В 2021 году отмечалось 150-летие образования города Иваново-Вознесенска. В Ресурсном центре туризма и социокультурной инноватики ИВГПУ было решено осуществить к этой дате групповой студенческий проект со студентами первого, затем второго курса, обучающимися по профилю Социально-культурный сервис и туризм на кафедре информационных технологий и сервиса ИВГПУ.

При этом преследовалось три цели. Во-первых, как можно более убедительно и ярко показать все периоды, когда сначала село Иваново, а затем и город Иваново-Вознесенск (с 1932 года город Иваново), занимали лидерские позиции в масштабах страны. Во-вторых, обсудить возможные пути выхода Иваново из кризисной ситуации, возникшей после системного кризиса текстильного производства и машиностроения в годы перестройки, в результате чего город стал центром дотационного региона, и к тому же с серьезными демографическими проблемами. И в-третьих, найти пути вовлечения студентов в настоящую творческую работу.

В реализации этого проекта можно выделить три этапа.

На первом этапе, с октября 2020 года по май 2021 года в выставочном центре «Синергия» ИВГПУ были выполнены разработка и монтаж выставки «Иваново: звездные истории», где были представлены все «звездные» периоды истории нашего села, затем города:

- Село набойщиков по льняным полотнам (17 в. – 1-я пол. 18 в.).
- Центр рассеянной мануфактуры (2-я пол. 18 в. – 1-я пол. 19 в.).

- Русский Манчестер, фабричная революция (2-я пол. 19 в. – 1917 г.).
- Красный Манчестер, центр Красной губернии (1918 - 1928 гг.).
- Центр Ивановской промышленной области (1929 – 1936 гг.).
- Город трудовой доблести (1940-е – 1950-е гг.).
- Столица текстильного края (1960-е – 1970-е гг.) [1], [2].

На втором этапе, с сентября по ноябрь 2021 года шла сценарная разработка будущего документального фильма. В ее основу был положен прием сторителлинга, в соответствии с которым раскрытие содержания перечисленных выше периодов ивановской истории происходит через сочиненную сценаристом череду новелл с рассказами персонажей, живших в тот или иной период и игравших в нем определенную роль. Но при этом в основе рассказа лежат подлинные события этого периода, раскрываемые с опорой на документы, воспоминания, фотографии, артефакты... Естественно, костюм рассказчика должен быть подобран в духе рассматриваемого времени.

Литературная основа сценария дополнялась соответствующей звуковой средой – стихи, песни, старинные марши и вальсы, фабричные гудки и пр. Для съемки каждого эпизода фильма использовалась соответствующая часть выставочной экспозиции, а в отдельных случаях – соответствующим образом декорированные части других помещений. Все это призвано было обеспечить эмоциональное погружение (иммерсию) будущих зрителей фильма в соответствующую эпоху. Систематическое применение перечисленных выше выразительных средств и позволяет определить наш документально-игровой фильм как «фильм-эссе».

Параллельно с этой работой сценарист и он же будущий режиссер фильма наблюдал за студентами-второкурсниками, стараясь угадать у кого внешний вид, темперамент, манера говорить, жестикулировать и пр. в наибольшей степени могли бы соответствовать специфике персонажа-рассказчика о соответствующем периоде ивановской истории.

На третьем этапе, с декабря 2021 года по март 2022 года происходили пробные съемки, репетиции, съемка и монтаж фильма. Надо с удовлетворением отметить, что все семь отобранных для съемок студентки второго курса, не имевшие никакого сценического опыта даже на самодеятельной сцене, отнеслись к новому для себя делу с большой самоотдачей и вполне оправдали надежды не только сценариста и режиссера, но и профессионального оператора-постановщика фильма.

Секрет этого успеха видится нами в том, что исполнительницам нужно было «всего лишь сыграть саму себя», но в предложенных сценарием других пространственно-временных обстоятельствах.

Достигнутые при этом живость и непосредственность как раз и обеспечили эффект погружения (иммерсии) зрителей в обстоятельства давно ушедших времен. Заметим при этом, что эффект иммерсии наблюдался нами при просмотрах фильма очень разными зрителями – от школьников 5 – 11 классов, студентов техникумов, колледжей и вузов до зрителей вполне взрослых. И даже маститых историков-краеведов.

На рис. 1 – 6 представлены кадры из фильма, относящиеся к разным периодам в ивановской истории, когда город был успешным региональным центром, а затем и центром Ивановской промышленной области, включавшей в себя Владимирскую, Ярославскую, Костромскую и Ивановскую губернии, с перспективой превращения города Иваново в столицу РСФСР.



Рис. 1. Дочь иваново-вознесенского фабриканта в особняке папеньки. 1914 г.



Рис. 2. Экскурсовод в музее Первого Совета. 1975 г.



Рис. 3. Политбеседа «комиссарши» в здании Губисполкома РКП(б). 1928 г.



Рис. 4. Экскурсовод в губернском музее города Иваново. 1934 г.



Рис. 5. Студентка в семейном уголке памяти с рассказом о ВОв со слов бабушки. 2020 г.



Рис. 6. Студентка с рассказом о 60-80-х годах в Иваново со слов бабушки. 2021 г.

Последние 13 минут экранного времени фильма посвящены обсуждению в режиме «мозгового штурма» возможных путей вывода Ивановской области из положения

дотационного региона, к тому же с серьезными социально-экономическими проблемами, с тревожно убывающим населением и нарастающим оттоком из региона молодежи [3, с. 6 - 20].

С одной стороны, достижения экономики Ивановской области в последние примерно 5 лет впечатляют и вроде бы внушают надежды. Действительно, Ивановский край сегодня – это:

- 90% производства бинтов и марли в России,
- 84% производства хлопчатобумажных тканей в России,
- 75% производства трикотажных полотен в России,
- 45% производства спецодежды в России,
- 3-е место в России по спросу на ивановский текстиль на маркетплейсах.

Серьезные успехи имеются в области и по обновлению межрегиональных и внутренних автомобильных дорог, вообще по улучшению транспортной доступности региона, а также по созданию комфортной среды обитания в малых городах Ивановской области.

Вместе с тем, печальный опыт обрушения в годы перестройки по преимуществу моноотраслевой экономики Ивановской области требует большой осмотрительности, особенно в связи с возросшей зависимостью нашего региона от зарубежного технологического оборудования и зарубежных источников сырья.

С большим интересом обсуждается в фильме не новая, но все еще по-настоящему не получившая разработки и воплощения, идея создания на территории Ивановской области мощной рекреационной зоны, ориентированной, в основном, на жителей Московской агломерации.

И особое внимание к проблеме удержания молодежи в родных пенатах через реализацию оригинальной идеи создания в регионе «поселений-спутников», обеспечивающих бытие всех четырех поколений семьи практически на лоне природы, но с современным городским комфортом, с работой, с достатком и при этом без суеты большого города.

За прошедшие два года наш фильм многократно демонстрировался для учащихся колледжей, техникумов, старших классов школ, гимназий, лицеев, а также для студентов-первокурсников ИВГПУ. Кроме того, фильм выложен для свободного просмотра в Рунете.

По нашим наблюдениям, фильм воспринимается молодежью с должным вниманием и интересом, что, как мы уже уверены, обеспечивается и описанными выше приемами сторителлинга, и удачным подходом к подбору рассказчиц, и использованием при монтаже музыки, стихов, неожиданных отсылок к интересным событиям и документам местной истории, что и позволяет определять наш фильм как фильм-эссе.



Рис. 7. Заключительный кадр фильма  
Авторский коллектив фильма-эссе

## «ИВАНОВО: ЗВЕЗДНЫЕ ИСТОРИИ»

Идея, тематико-экспозиционный план выставки,  
содержание стендов – Феликс Каган  
Художник-экспозиционер – Александр Пешков  
Авторские куклы – Татьяна Ладикина  
Инсталляции – Феликс Каган, Александр Пешков  
Цифровые макеты стендов – Юрий Каган  
Печать - Алена Бельцева, Галина Давыдова  
Сценарий, режиссура фильма – Феликс Каган  
Оператор-постановщик, свет, звук, монтаж – Сергей Микулин  
Музыкальное оформление – Дмитрий Гаркави  
Рассказчики – студенты группы СКСТ21  
кафедры информационных технологий и сервиса ИВГПУ  
Горохова Екатерина, Иванова Елизавета, Моторина Надежда,  
Палилова Дарья, Смирнова Евгения, Харитонова Ксения,  
Шияновская Анелия  
Экранное время фильма – 1 час 32 мин.

Просмотр по ссылке [https://disk.yandex.ru/i/iB2G\\_v7SnkNN7A](https://disk.yandex.ru/i/iB2G_v7SnkNN7A)

### ЛИТЕРАТУРА

1. Балдин К.Е., Семененко А.М. Иваново. История и современность. Иваново: «Ив. газета», 1996.
2. Балдин К.Е., Мокеев С.В. Развитие текстильной промышленности Ивановского края в 60-е гг. XIX – начале XX в. Иваново: Иван гос. Ун-т, 2006.
3. Каган Ф.И. Брендинг Ивановской области как проблема и процесс. Городские исследования и практики Том 2, № 1, 2021. М.: Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», 2021.

## ТЕХНОЛОГИЯ ДЕЗОДОРИРУЮЩЕЙ ОТДЕЛКИ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

### TECHNOLOGY OF DEODORIZING FINISHING OF TEXTILE MATERIALS

В.Ю. Петрушина, Е.С. Власкина, А.А. Малыгина, А.С. Одинцов, О.И. Одинцова  
V.Y. Petrushina, E.S. Vlaskina, A.A. Malygina, A.S. Odintsov, O.I. Odintsova

Ивановский государственный химико-технологический университет  
Ivanovo state university of chemistry and technology

E-mail: lera.petrushina@list.ru, ekaterina.shuya@mail.ru, prohorova.a94@yandex.ru,  
odincovandrey@vhimtex.ru, odolga@yandex.ru

В настоящее время к одежде предъявляют высокие требования. Человек уже не хочет просто носить качественно изготовленную одежду, а желает прикрывать свои изъяны с помощью неё или просто чувствовать себя комфортно и уверенно. В этом могут помочь современные виды отделки, например, дезодорирующая. Такая отделка – это процесс, при котором текстильный материал обрабатывается специальными веществами, например, эфирными маслами, которые обладают приятным запахом и оказывают антибактериальное воздействие на человека. Для исследования выбраны различные эфирные масла. Они обладают целебными свойствами, оказывают бактерицидное, противовоспалительное, антисептическое и антибактериальное действие и помогают очищать организм от токсинов, оказывают положительное влияние на эмоциональное состояние организма, кровообращение. Антибактериальные свойства эфирных масел вносят большой вклад в способность справляться с неприятным запахом в помещениях, поскольку за его распространение, как правило, отвечают вредоносные бактерии. Для сохранения длительности полезных свойств эфирных масел был выбран метод микрокапсулирования, путем заключения их в оболочку из противоположно заряженных полиэлектролитов.

С применением метода полиэлектролитной самосборки получены микрокапсулы, содержащие в своем составе эфирные масла барбариса, карамели, эвкалипта, мяты, гвоздики и грейпфрута. Размеры частиц полученных микрокапсул варьировались от 50 до 140 нм. Методом пропитки и аэрозольного распыления осуществлена иммобилизация полученных микрокапсул на текстильных материалах на основе синтетических и натуральных волокон. Путем проведения экспертной оценки выявлено снижение ароматической активности полученных образцов в течение месяца после нанесения составов. Проведено послойное закрепление капсул противоположно заряженными полиэлектролитами на текстильном материале с целью повышения устойчивости к мокрым обработкам. Показано увеличение времени пролонгированного выделения ароматических веществ в 2 раза.

Ключевые слова: дезодорирующая отделка, микрокапсулы, полиэлектролиты, эфирные масла, дисперсия

Currently, high demands are placed on clothing. A person no longer wants to just wear high-quality made clothes, but wants to cover up their flaws with it or just feel comfortable and confident. Modern types of finishes, such as deodorizing, can help with this. Such finishing is a process in which textile material is treated with special substances, for example, essential oils, which have a pleasant smell and have an antibacterial effect on humans. Various essential oils have been selected for the study. They have healing properties, have bactericidal, anti-inflammatory, antiseptic and antibacterial effects and help cleanse the body of toxins, have a positive effect on the emotional state of the body, blood circulation. The antibacterial properties of essential oils contribute greatly to ability to cope with unpleasant odors in rooms, since harmful bacteria are usually responsible for its spread. To preserve the duration of the beneficial properties of essential oils, the method of microcapsulation was chosen by enclosing them in a shell of oppositely charged polyelectrolytes.

Microcapsules containing essential oils of barberry, caramel, eucalyptus, mint, cloves and grapefruit were obtained using the polyelectrolyte self-assembly method. The particle sizes of the obtained microcapsules ranged from 50 to 140 nm. The immobilization of the obtained microcapsules on textile materials based on synthetic and natural fibers was carried out by impregnation and aerosol spraying. By conducting an expert assessment, a decrease in the aromatic activity of the obtained samples was revealed within a month after the application of the formulations. The capsules were layered with oppositely charged polyelectrolytes on a textile material in order to increase resistance to wet treatments. An increase in the time of prolonged release of aromatic substances by 2 times is shown.

Keywords: deodorizing finish, microcapsules, polyelectrolytes, essential oils, dispersion

Каждому человеку необходимо чувствовать себя комфортно в различной одежде. Дезодорирующей текстиль в современном мире представляет интерес для поддержания гигиены. Применение такого текстиля в различных областях (домашний текстиль, спортивная одежда, медицинский текстиль и т.д.) сделало его незаменимым в повседневной жизни [1].

Одна из главных причин придания текстильным материалам такой заключительной отделки – борьба с запахом, что является актуальным для сферы производства одежды. С запахом можно бороться, нанося антимикробное покрытие, которое ингибирует размножение бактерий, или маскируя запах ароматизатором.

Дезодорирующая обработка – это процесс, при котором текстильные материалы обрабатываются биоактивными системами (например, системами хитозан / эфирное масло, альгинат / эфирные масла) и в конечном итоге приобретают многофункциональные свойства [2].

Ароматизаторы в виде эфирных масел и ароматических соединений при нанесении на текстильные материалы придают текстилю приятный запах, что дает максимальный полезный эффект [3].

Ароматизирующие составы и эфирные масла являются летучими веществами. Самая сложная задача при изготовлении ароматизирующего текстиля – продлить срок его службы. Эффективным методом решения этой проблемы является микрокапсулирование [4].

Наносить или соединять микрокапсулы с текстильными материалами или волокнами возможно разными способами. Метод пропитки, когда материал погружают в водную суспензию, содержащую активные вещества, является наиболее простым. Возможно нанесение состава локально или в виде сплошного покрытия с применением технологии печати [5-6].

Для всех этих методов требуется связующее, которым может быть: акрил, полиуретан, силикон, крахмал и т. д. Его роль заключается в фиксации капсул на ткани и обеспечения стойкости отделки к физико-механическим воздействиям. Микрокапсулы могут наноситься на шелк, хлопок, лен, синтетические и искусственные волокна и могут содержать отдушки, красители, противомикробные вещества, материалы с фазовым переходом, витамины и другие вещества [7]. Чтобы эффективно связывать микрокапсулы с волокнами и минимизировать их потери во время стирки, требуется определенное количество связующего. Кроме того, скорость высвобождения самих капсулированных функциональных ингредиентов также может быть адаптирована путем изменения количества и типов используемого связующего [8]. Активные вещества более устойчивы к стирке, потому что вводятся внутрь волокна и, таким образом, его действие сохраняется в течение длительного срока [9].

Цель исследования заключалась в придании текстильным материалам дезодорирующих свойств путем иммобилизации микрокапсул с эфирными маслами на их поверхности.

В качестве объектов исследования выбраны текстильные материалы на основе синтетических и натуральных волокон: поролон, фибер, лебяжий пух, пороллоновая крошка, бязь.

Микрокапсулы были получены методом полиэлектролитной самосборки. Технология заключается в формировании специальной оболочки вокруг молекулы эфирного масла. Таким образом, дезодорирующий агент становится ядром микрокапсулы. Капсулированное эфирное масло оказывает пролонгированное действие, постепенно выделяясь через оболочку микрокапсулы. При нанесении дисперсий, содержащих микрокапсулы, на текстильный материал он приобретает способность выделять приятный аромат и бороться с неприятным запахом. Капсулирование эфирных масел осуществляли в несколько стадий: эмульгирование масла при интенсивном перемешивании, последовательное введение противоположно заряженных полиэлектролитов при интенсивном перемешивании.

Для эксперимента были выбраны 6 эфирных масел: барбариса, карамели, эвкалипта, мяты, гвоздики и грейпфрута. Эти масла имеют множество полезных действий, которые напрямую влияют на организм человека. Пример изображения микрокапсул с эфирным маслом грейпфрута, полученного методом оптической микроскопии, представлен на рис. 1.

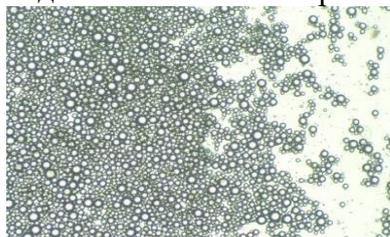


Рис. 1. Оптическое изображение микрокапсул на основе масла грейпфрута (увеличение 100 крат)

Для обработки текстильных материалов использовали два способа:

- погружение ткани в состав на 5 минут при комнатной температуре и сушка на воздухе;
- аэрозольный метод, который предполагал нанесение состава путем его распыливания на поверхность ткани.

Обработанные текстильные материалы помещали в герметичные пакеты и оставляли на месяц. В течение месяца оценивали ароматические свойства образцов. Для этого привлекли 5 экспертов, которые определяли интенсивность выделяемого аромата по десятибальной шкале, где 10 – высокая интенсивность, 0 – полное отсутствие аромата. Данные приведены в таблице 1.

Таблица 1

Экспертная оценка устойчивости аромата обработанных тканей

Эксперт №	1			2			3			4			5		
	1	10	60	1	10	60	1	10	60	1	10	60	1	10	60
Бязь, арт. 120	10	6	3	10	6	3	10	5	2	10	6	1	10	5	3
Лебяжий пух	10	5	2	10	5	2	10	6	3	10	5	4	10	5	2
Файбер	10	5	2	10	6	2	10	8	4	10	7	3	10	6	2
Поролонová крошка	10	3	1	10	4	2	10	4	1	10	3	2	10	3	2
Поролон	10	4	1	10	5	2	10	5	3	10	4	2	10	4	2

Показано, что ароматическая активность полученных образцов значительно снижается в течение месяца после нанесения составов. Наиболее выраженное дезодорирующее действие наблюдалось для хлопчатобумажного материала.

Для повышения устойчивости дезодорирующей отделки к мокрым обработкам предложено послойное закрепление капсул на текстильном материале путем поочередного нанесения слоев противоположно заряженных биоразлагаемых полиэлектролитов: слой хитозана, а затем слой альгината натрия. На ткань наносили полиэлектролиты методом пропитки с промежуточной сушкой, а на наполнители подушек методом аэрозольного распыления. Результаты экспертной оценки полученных результатов представлены в таблице 2.

Экспертная оценка устойчивости аромата тканей, обработанных послойно хитозаном и альгинатом натрия

Эксперт №	1			2			3			4			5		
	1	10	60	1	10	60	1	10	60	1	10	60	1	10	60
Бязь, арт. 120	10	9	6	10	9	7	10	7	6	10	8	6	10	8	7
Лебяжий пух	10	8	5	10	7	6	10	7	6	10	8	7	10	8	6
Файбер	10	8	5	10	9	7	10	8	8	10	7	7	10	8	6
Поролоновая крошка	10	7	5	10	8	7	10	6	5	10	7	6	10	7	6
Поролон	10	7	6	10	8	6	10	6	5	10	8	6	10	9	6

В результате полиэлектролитного закрепления стойкость нанесённого аромата увеличилась, по мнению экспертов, практически в 2 раза. Следовательно, технологическая схема обработки будет выглядеть следующим образом: нанесение → сушка на воздухе → обработка положительно заряженным полиэлектролитом → сушка при 40 С° → обработка отрицательно заряженным полиэлектролитом → сушка при 40 С°.

Синтезированы микрокапсулы, содержащие различные эфирные масла (барбарис, гвоздика, грейпфрут, мята, эвкалипт). Микрокапсулы, включающие в ядро масла гвоздики, мяты и эвкалипта, характеризуются малыми размерами от 50 до 140 нм.

Проведена иммобилизация полученных микрокапсул на текстильных материалах на основе синтетических и натуральных волокон. Нанесение капсул осуществляли методами пропитки и аэрозольного распыления. Установлено, что ароматическая активность обработанных текстильных материалов значительно снижается в течение месяца после нанесения составов. Для повышения устойчивости к мокрым обработкам было сделано послойное закрепление капсул противоположно заряженными полиэлектролитами на текстильном материале, показано двукратное увеличение стойкости аромата.

*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).*

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Cerempei A. Active Ingredients from Aromatic and Medicinal Plants // Aromatherapeutic Textiles. 2016. № 1. С. 282.
2. Mendapara S. Application of Antimicrobial and Fragrance Finish in Combination by Microencapsulation on Cotton Fabric // Journal of the Textile Association. 2005. № 4. V. 66. P. 155–159.
3. Костанова А. В. Терапевтический потенциал ароматерапии // Эффективная фармакотерапия. 2021. Т. 17. С. 50–55.
4. Михайлова Г. В. Микрокапсулирование // Большая российская энциклопедия. 2023. № 6. V. 27. P. 2–13.

5. Thareja R.K. Ingredients from Aromatic and Medicinal Plants // Appl. Surf. Sci. 2007. V. 253. P. 8889–8895.
6. Stevanato R. Leacrilsaniwear new antibacterial acrylic fibre from motefibre // Revista de QuimicaTextil. 2002. V. 151. P. 76–77.
7. Liu Y. Antibacterial activities of zinc oxide nanoparticles against Escherichia coli // Microbiol. 2009. № 107. V. 4. P. 1193–1201.
8. Khalil E. Application of phase change materials: a review // International journal of research and reviw. 2015. V. 5. P. 281-294.
9. McHugh D. J. Production, properties and uses of alginates // Rome: Food & Agriculture Organization of the United Nations. 1988. V. 40. P. 43-91.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ АБРАЗИВНОЙ СУСПЕНЗИИ НА СВОЙСТВА ПОЛИРОВАЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ В ПРОЦЕССЕ ХИМИКО-МЕХАНИЧЕСКОЙ ПЛАНАРИЗАЦИИ

### INVESTIGATION OF THE EFFECT OF POLISHING SUSPENSION ON THE PROPERTIES OF POLISHING MATERIALS IN THE PROCESS OF CHEMICAL- MECHANICAL PLANARIZATION

Д.С. Плотников, К.А. Малкова, Н.В. Евсюкова, Е.С. Бокова  
D.S. Plotnikov, K.A. Malkova, N.V. Evsyukova, E.S. Bokova

Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина  
(Технологии. Дизайн. Искусство), (Москва)

<sup>1</sup>Kosygin Russian State University (Technology. Design. Art) (Moscow)  
E-mail: om@rguk.ru

В работе рассмотрено взаимодействие промышленно используемых полировальных материалов различной структуры и жесткости с полирующей суспензией в процессе химико-механической планаризации. Исследована структура полировальных материалов и определены характеристики полирующей суспензии. Оценена степень набухания образцов в суспензии и жесткость в мокром и сухом состоянии. Показано, что между полировальным материалом и суспензией не происходит химического взаимодействия.

**Ключевые слова:** химико-механическая планаризация; полировальный материал; полирующая суспензия; планаризация.

The paper considers the interaction of industrially used polishing materials of various structures and stiffness with a polishing suspension in the process of chemical-mechanical planarization. The structure of polishing materials has been studied and the characteristics of the polishing suspension have been determined. The degree of swelling of the samples in suspension and stiffness in wet and dry conditions were estimated. It is shown that there is no chemical interaction between the polishing material and the suspension.

**Keywords:** chemical-mechanical planarization; polishing material; polishing suspension; planarization.

Повышенный интерес к сверхточной электронике определяет сегодняшний уровень и темп развития современных технологий финишной обработки поверхности полупроводниковых пластин на микро- и наноуровне. Традиционно применяемые методы планаризации, такие как химическая, механическая или электромеханическая обработка, обладая определенными преимуществами и недостатками, как правило, не позволяют достичь требуемого уровня планарности. В настоящее время в микроэлектронике для достижения высокого уровня плоскостности и качества поверхности полупроводниковых пластин для производства интегрированных схем широко используется технология - химико-механическая планаризация (ХМП) [1-6].

Синергизм использования химического и механического воздействия полирующей суспензии, содержащей абразивные наноразмерные частицы SiO<sub>2</sub> размером 7-100 нм, и относительно мягкого полировального материала с полируемой пластиной обеспечивает эффективное выравнивание и полирование последней на заданном уровне плоскостности при высокой чистоте и отсутствии дефектов.

Процесс ХМП характеризуется не только применением расходных материалов, к которым относится полирующая суспензия и полировальный диск, но и определенным набором технологических переменных, таких как скорость вращения полировального стола и полируемой пластины, которая может достигать 500 м/ мин, прижимное давление между столом и обрабатываемым диском, которое изменяется в зависимости от жесткости полировального диска от 3кПа до 1500 кПа, расход суспензии от 200 до 300 мл/мин, периодичность работы кондиционера (рис.1).



Рис. 1. Схема процесса ХМП.

Эффективность проведения процесса ХМП, во многом, зависит от структуры и жесткости полировального материала, вида и состава суспензии, включая размер абразивных частиц, а также характера взаимодействия в двойных системах полирующий материал–полируемая пластина, полируемая пластина–полирующая суспензия, полирующий материал–полирующая суспензия. Взаимодействие в последней системе в значительной степени влияет на видоизменение структуры и работоспособность полировальных материалов, а также качество и эффективность планаризации поверхности полупроводниковых пластин.

Цель работы – исследование характеристик полировальной суспензии и ее влияния на полировальные материалы для процесса ХМП.

В качестве объектов исследования использована суспензия диоксида кремния марки Klebosol 30m50, с размером частиц до 100 нм и ряд полимерных полировальных материалов различной жесткости, широко применяемых в мировой и отечественной практике химико-механической планаризации: IC 1000™, IC 1010™ (производство DOW, США); аналог IC 1000 (производство Китай); Politex™ (производство DuPont, США); TWI-817™ (производство Thomas West, США).

В табл. 1 приведены структурные и геометрические характеристики полировальных материалов.

Таблица 1

Параметры экспериментальных образцов полировальных материалов

	Толщина, мм	Твердость по Шору (шкала А)	Наличие канавок	Поверхностная плотность, г/м <sup>2</sup>	Геометрия, образуемая канавками
IC 1000™	1,6	77	+	1000	квадраты 7×7 мм
IC 1010™	1,6	86.5	+	1533	квадраты 7×7 мм
Аналог IC 1000	1,3	85	+	1555	квадраты 6×6 мм
Politex™	1,2	62.5	+	1244	квадраты 3×3 мм
TWI-817	2,8	56.5	-	822,2	-

Жесткие материалы IC 1000™, IC 1010™ и Аналог IC 1000 имеют нарезку на лицевой поверхности в виде канавок, которые обеспечивают равномерное распределение суспензии

по всей поверхности полировального стола в процессе ХМП. Канавки отличаются по ширине, глубине и геометрии нарезки (рис. 2). Гибкий материал Politex™ для этих же целей имеет рисунок тиснение, а материал TWI-817 представляет собой нетканое, пропитанное полимерным связующим полотно, с рифлёной текстильной поверхностью.

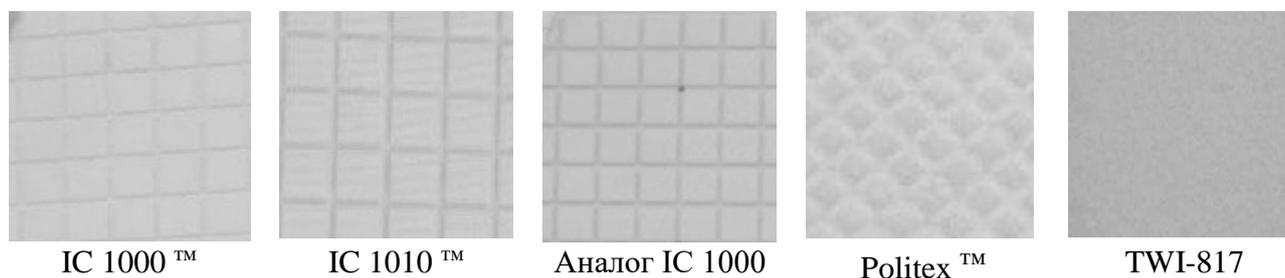


Рис. 2. Внешний вид промышленных образцов

Методом оптической микроскопии проанализирована структура полировальных материалов (рис. 3). Видно, что образцы IC 1000™ и IC 1010™ содержат, предположительно, полые частицы, которые при вскрытии алмазным кондиционером выполняют роль резервуаров для накопления полирующей суспензии. Образец Politex™ представляет собой нетканую основу с нанесенным лицевым пористым слоем. Образец TWI-817 представляет собой нетканый материал, пропитанный раствором. Все материалы получены из полиэфируретанов, методом полимеризационного наполнения (IC 1000™ и IC 1010™) или фазового разделения в среде осадителя (Politex™, TWI-817).

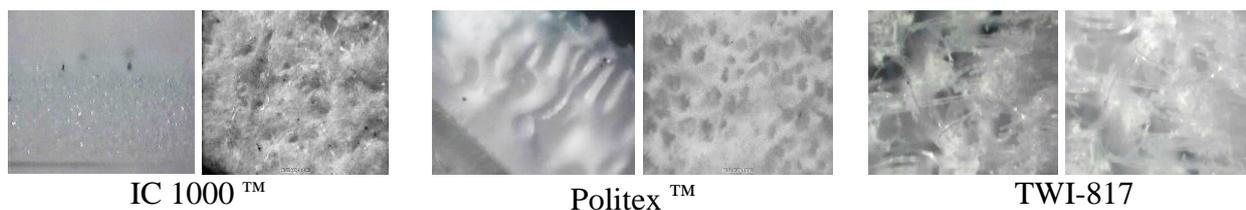


Рис. 3. Структура экспериментальных образцов срез/поверхность (×80)

Анализ суспензии показал, что ее исходная концентрация составляет 48,27% и для проведения процесса ХМП требует разбавления до 10%. Методом динамического светорассеяния установлено, что в суспензии, в основном, присутствует 2 фракции частиц с диаметром 35,2 и 41нм в соотношении 1,8% : 98,2%, на основании чего можно назвать ее моносуспензией. Определение pH показало сильнощелочную среду pH=14, что соответствует данным производителя.

На рис. 4 приведены результаты кинетики набухания полировальных материалов в полирующей суспензии.

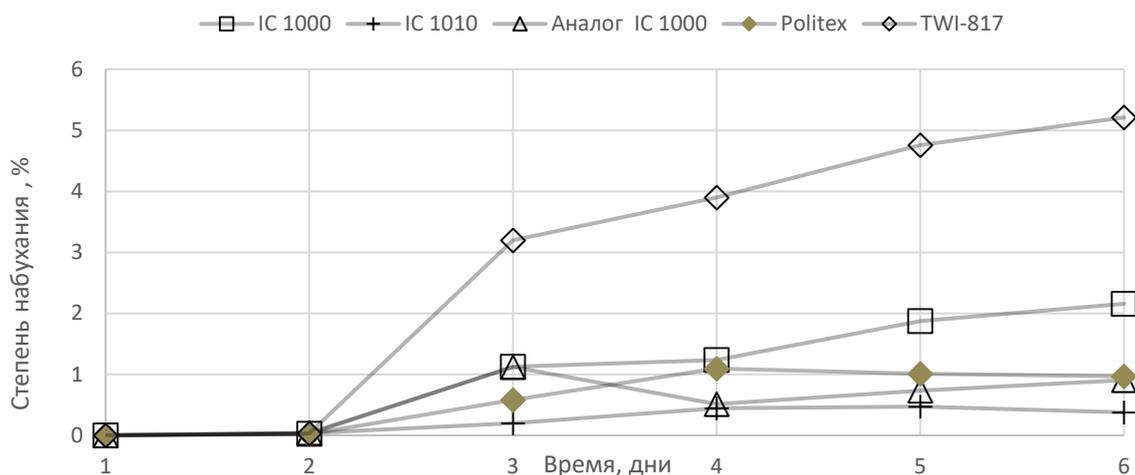


Рис. 4. Кинетика набухания полировальных материалов в суспензии

Видно, что все образцы, кроме образца TWI-817, показали степень набухания в течении 6 дней в пределах 2%. Образец TWI-817 имел степень набухания 5%, что связано с его нетканой природой и сильно развитой волокнисто-пористой структурой.

Установлено, что после выдержки в суспензии в течение 6 дней жесткость образцов снижается на 5-10%, а в процессе ХМП увеличивается всего на 0,5-1,5%. Увеличение жесткости обусловлено осаждением частиц суспензии на поверхности и в порах полировальных материалов и образованием «глазированной» поверхности (рис. 5), которая в процессе ХМП вскрывается алмазным кондиционером.

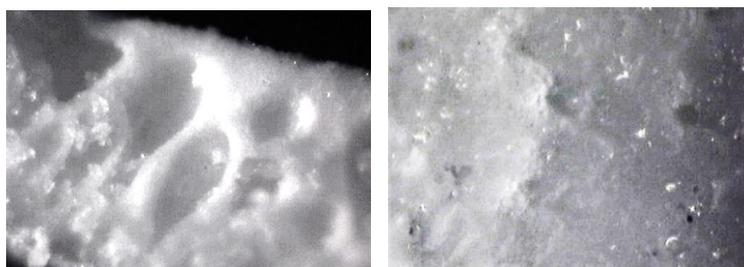


Рис. 5. «Глазированная» поверхность (срез/ поверхность) образца Politex™

Таким образом, в работе определены характеристики промышленно применяемых полировальных материалов различной структуры и жесткости, а также абразивной суспензии.

Показано, что суспензия содержит фракцию диоксида кремния с размером частиц 41 нм и является монодисперсной системой.

Степень набухания жестких образцов в суспензии незначительна и составляет порядка 1-2%, гибких –5%, что хорошо коррелируется с их структурой. Растворение образцов в суспензии не наблюдалось

Установлено, что все образцы при контакте с суспензией теряют 5-10 % жесткости.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Новиков, И. В. Оптимизация процесса химико-механической планаризации для улучшения качества поверхности // Журнал нанотехнологий и микросистемной техники. - 2017. - Т. 8. - С. 95 – 130.
- Comparing Different Types of Polishing Surface Finishes // <https://sybridge.com/> URL: <https://sybridge.com/comparing-different-types-polishing-surface-finishes/> (дата обращения: 26.04.2024).

8. Kim, B., Lee, J., Ha, S., Cho, Y., Kang, D. and Cho, M. (2015) Evaluation of the Surface of Nitinol after MR Polishing Process. *Journal of Applied Mathematics and Physics*, 2015, 3, pp. 208-217.
9. Baltacıoğlu, I., Irmak, O., Ulusoy, N., Cengiz, E. and Bağış, Y. (2016) Comparison of One-Step and Multistep Polishing Systems for the Surface Roughness of Resin Composites. *Open Journal of Stomatology*, 2016, 6, pp. 73-80.
10. Холевин В.В., Тиняков Ю.Н., Толоконов Ю.О., Применение методов планаризации поверхности подложек в нано и микросистемной технике// *Наука и образование*, 2011, № 12.- С. 250 – 259.
11. Zantye P.B., Kumar A., Sikder A.K. Chemical mechanical planarisation for microelectronics applications. *Material Sci. and Engineering*. 2004. – R. 45. – pp. 89–220.

## СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД К РАЗРАБОТКЕ ДИЗАЙНА ОДЕЖДЫ

### A SYSTEMATIC APPROACH TO THE DEVELOPMENT OF FASHION DESIGN

А.А. Портнова

A.A. Portnova

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова

Lomonosov Moscow State University

E-mail: portnova.2002@mail.ru

В статье изложен системный подход к дизайну одежды. Рассмотрены этапы создания костюма и роль дизайнера в разработке модели, наиболее подходящей для конкретного человека. Большое внимание уделяется выбору текстильного материала для костюмов целевого назначения, а также соотношению «цена – качество».

Для расширения клиентуры предлагается создание нескольких размерных сеток для одного продукта, которые будут отвечать за определенный тип фигуры, удобство ношения одежды, стилевые особенности человека.

**Ключевые слова:** дизайн, костюм, одежда, текстильные материалы, бренд, размерная сетка, стиль, качество, фигура, целевое назначение.

The article presents a systematic approach to clothing design. The stages of creating a suit and the role of the designer in developing a model that is most suitable for a particular person are considered. Much attention is paid to the choice of textile material for suits of a specific purpose, as well as the price-quality ratio.

To expand the clientele, it is proposed to create several size grids for one product, which will be responsible for a certain type of figure, the convenience of wearing clothes, and the style features of a person.

**Key words:** design, suit, clothes, textile materials, brand, size grid, style, quality, figure, intended purpose.

«Еще на заре своего существования человек создал первый покров для защиты тела от холода и помощи в непрерывной борьбе за существование» [1].

С этих слов Мария Мерцалова начинает в своей книге рассказ про костюмы различных эпох. Так и есть, с давних времён развитие одежды тесно связано с развитием и самого человека. Изначально ее роль заключалась в защите от погодных условий. Но со временем произошли видоизменения, стали появляться новые материалы и предметы костюма. Костюм начал приобретать и другие функции, одна из главных - передача принадлежности человека обществу. Историческую роль костюма подчеркивает профессор А.П. Лободанов в своей книге «Семиотика искусства: история и онтология»: «Костюм в истории искусства - самое яркое проявление неповторимого как «персональности времени». Лучший способ изучить историю стилей - проследить историю костюма, поскольку костюм - вернейший показатель стиля» [2].

Поэтому создавая коллекцию надо помнить, что одежда не просто необходимый атрибут жизни, а изображение той эпохи, в которой мы сейчас живем с опорой на то, что уже было.

При разработке костюма надо обдумать не только художественное решение, но и внешний вид, комфорт при ношении, а также выбрать материал. Таким образом прежде, чем попасть в магазин, одежда должна пройти не малый путь от идеи и до реализации.

Сложности начинаются уже на первом этапе, когда дизайнер определяет, для кого он делает модель или коллекцию, где и в каких случаях такая одежда может быть использована. При этом всегда следует помнить народную мудрость: «По одежке встречают ...». Определенный стиль является олицетворением характера личности, и наблюдательный человек с первого взгляда может понять по элементам одежды кто перед ним, как построить

диалог, каков вид деятельности и социальное положение нового партнера или знакомого. Ведь именно костюм отвечает за персональность и об этом всегда надо помнить.

И как раз роль дизайнера и заключается в том, чтобы подчеркнуть те главные качества, которыми обладает тот или иной человек, его индивидуальность. Ведь именно костюм во многом способствует самоопределению в обществе.

Но при этом дизайнером должен быть заложен определённый «код ДНК» в свой бренд, которому будет он придерживаться на протяжении создания всей коллекции, чтобы человек, увидев результаты творчества, мог понять, что именно эта одежда соответствует потребностям и не идёт в разрез с его мировоззрением.

Понимание такой позиции очень важно уже на этапе создания эскиза, что позволяет найти определённую целевую аудиторию, а не вслепую следовать известным трендам, ориентируясь на которые легко затеряться в мире моды.

Следующим фактором является выбор материала для изготовления того или иного предмета костюма. Здесь надо определиться по какому направлению идти: ориентироваться на высокое качество ткани и, как следствие, большую стоимость или наоборот, дешёвизну, проигрывая в качественных показателях. К сожалению, проблема соотношения цены и качества не теряет своей актуальности. В последнее время довольно сложно найти именно ту одежду, которая будет современной, качественной и прослужит долго, а не один сезон. Следовательно, данную проблему дизайнер должен понимать и нацеливаться при создании моделей не на массовость, где главное отшить по больше и при незначительных затратах на составляющие, а уделить достаточное внимание поиску подходящих материалов. Надо не забывать и о назначении самих материалов, их характеристиках и свойствах, чтобы одежда была долговечной. Неправильно подобранный материал может испортить, как и внешний вид, так и быть не пригодным для носки в погодных условиях, которые могут просто уничтожить вещь.

Поэтому надо понимать характеристику текстильного материала, и если выбрана дорогостоящая ткань или трикотаж, то необходимо отдавать себе отчет, что такой материал лучше будет использовать для одежды не повседневного пользования.

Следующий фактор — это построение выкроек и знание размерной сетки (да, есть определённо установленная сетка, но насколько она удобна в данном случае для конкретного человека?)

В качестве решения этой проблемы можно создать несколько размерных сеток для одного продукта, которые будут отвечать за определённый тип фигуры: песочные часы, груша, квадрат и т.д. Это значительно упростит многим молодым людям выбор одежды. А самое главное в дальнейшем они захотят вернуться к разработкам дизайнера, так как будут знать, что в данном бренде есть одежда, которая будет соответствовать именно их типу фигуры, и не надо будет отказываться от какой-то вещи потому, что их комплекция не подходит под общепринятые параметры. Да, это сложно. Но благодаря тому, что бренд будет иметь несколько размерных сеток, можно охватить большее количество заказчиков и покупателей. Ведь каждая девушка хочет выглядеть безупречно, и именно одежда по её типу фигуры будет дополнять её уверенность в себе.

На этапе конструирования одежды не надо забывать об удобстве и возможности реализации задумки. Надо чётко отдавать отчет, что будет носибельно или нет. Одежда должна помогать, а не сковывать движение.

Подводя итоги анализа необходимо отметить, что коллекция должна отвечать принципам современности, удобства и уместности. При этом надо всегда помнить, что не надо:

- вносить элементы одежды, которую носят зимой, в летнюю коллекцию;
- смешивать различные стили, что в итоге может привести к визуальной перегрузке;
- делать детскую одежду с предметами, которые носят взрослые и наоборот;
- уходить в подиумную одежду. Да она красива, но зачастую будет просто не пригодна к повседневной носке.

Проиллюстрирую данный принцип работы на собственном примере.

При создании своей первой коллекции я для себя сразу поняла, что буду шить одежду на летний сезон.

Лето для меня ассоциируется с природой, когда в парке или в лесу поют птицы, деревья зеленые, цветут растения, светит солнце. Чтобы коллекция смотрелась цельно, решено было остановиться на нескольких оттенках. Поэтому чтобы передать данное настроения были взяты за основу зелёный, горчичный, а для смягчения добавила нежно бежевый цвета.

При выборе материала, хотела взять что-то из натуральных тканей, чтобы летом было их комфортно носить, поэтому выбор пал на лён.

После определенности с материалом и цветовой гаммой, приступила к эскизам. Было важно использовать в коллекции различные предметы одежды, чтобы каждый нашел то, что ему более комфортно носить. Так появились платья, юбки, брюки, рубашки. И не одного фасона, а разных, чтобы каждый смог найти для себя подходящую модель.

Прежде, чем сделать выкройки, проанализировала общепринятые лекала, провела опрос среди своих знакомых и поняла, что данные размеры многим не удобны, поэтому размер немного видоизменила, основываясь на мнение других.

Перед тем, как приступать к изготовлению на итоговых тканях, я отшила на пробном материале для выявления ошибок, чтобы в конечном итоге вещь получилась идеальной и пригодна для носки.

Таким образом, используя предложенный алгоритм в результате получен готовый продукт, отвечающий критериям комфорта, удобства, моды, доступности (Рис. 1).



Рис. 1. Летняя коллекция

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Мерцалова М.Н. Костюм разных времен и народов. Т. 1. АО «Академия моды». – М. 1993. – 543 с.
2. Лободанов А.П. Семиотика искусства: история и онтология. Изд-во «Канон+». М. 2013. – 680 с.

## РАЗРАБОТКА ИНКЛЮЗИВНОЙ ОДЕЖДЫ В СТИЛЕ МИНИМАЛИЗМ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТАКТИЛЬНОГО ДЕКОРА

### DEVELOPMENT OF INCLUSIVE CLOTHING IN MINIMALIST STYLE WITH TACTILE DECORATIONS

К.И. Рогова, Л.Л. Чагина

K.I. Rogova, L.L. Chagina

Костромской государственной университет

Kostroma State University

E-mail: Ksenia.Rogova.imber75@yandex.ru, lyu-chagina@yandex.ru

В статье рассматривается важность инклюзивности в модной индустрии для людей с нарушениями зрения, а также пересечение принципов минималистичного дизайна и инклюзивной моды. Результаты показывают актуальность использования принципов минималистичного дизайна при проектировании одежды для слабовидящих и тотально незрячих, что может значительно повысить эффективность использования одежды для этой категории населения.

**Ключевые слова:** инклюзивность, минималистичный дизайн, ограничения по зрению, адаптивная одежда, тактильный декор, сенсорное восприятие.

The article examines the importance of inclusivity in the fashion industry for visually impaired people, and the intersection of minimalist design principles and inclusive fashion. The results show the relevance of using minimalist design principles in designing clothing for the visually impaired, which can significantly improve the effectiveness of clothing for this population.

**Keywords:** inclusiveness, minimalist design, visual impairment, adaptive clothing, accessibility, sensory perception.

Инклюзивная мода представляет собой концепцию, нацеленную на разработку одежды, которая доступна для всех, независимо от физических возможностей или индивидуальных особенностей. В современном обществе, где разнообразие является нормой, инклюзивная мода играет важную роль в самовыражении и комфорте. Она учитывает различные потребности пользователей и способствует формированию равноправной среды. Адаптивная одежда представляет собой важный сегмент модной индустрии, который нацелен на облегчение повседневной жизни людей с ограниченными возможностями здоровья [1].

Одним из актуальных направлений для проектирования адаптивной одежды является использование минималистичного дизайна. Стиль минимализм пользуется значительной популярностью и отражает стремление к простоте, функциональности и эстетической чистоте дизайна. В области моды этот подход стал не просто трендом, но и философией, направленной на создание одежды, которая не только радует глаз, но и соответствует требованиям современного образа жизни.

В данном исследовании в качестве объекта проектирования выбрана адаптивная одежда для слабовидящих и незрячих людей, поскольку, несмотря на множество достижений в области моды, потребности людей с нарушениями зрения зачастую остаются непризнанными.

Инклюзивный дизайн для данной категории потребителей акцентирует внимание на создании комфортных для ношения изделий, позволяющих выполнять привычные действия с меньшими усилиями [2]. Это достигается за счёт кроя, часто представленного свободными или полуприлегающими силуэтами, использованием специализированных застежек, таких как магнитные молнии и застежки, липучки, удобные карманы. Люди с нарушениями зрения сталкиваются с множеством проблем при выборе и ношении одежды. Одним из основных является трудность в распознавании цветов, узоров и текстур, что затрудняет создание

гармоничных образов. Также существует проблема определения правильного размера и посадки одежды, так как отсутствие визуальной оценки может привести к ошибкам в выборе. Чтение ярлыков с инструкциями по уходу за одеждой представляет собой дополнительную сложность, так как многие из них имеют мелкий шрифт. Выбор одежды в магазине может быть затруднен из-за недостатка тактильных и аудиовизуальных ориентиров, что усложняет ориентацию в пространстве. При выборе одежды с помощью онлайн платформ возникают трудности, такие как невозможность физически оценить материал и посадку, также часто отсутствует подробная информация о размере и характеристиках товара [3-5].

Одежда для людей с нарушениями зрения должна учитывать не только эстетические предпочтения, но и функциональные аспекты, важные для их комфорта и самостоятельности. Адаптивная одежда может включать специальные застёжки, метки и текстуры, которые облегчают процесс одевания и помогают пользователям ориентироваться в гардеробе. В последние годы дизайнеры проявляют интерес к инклюзивной одежде, используя инновационные материалы и технологии, чтобы создать удобные и стильные решения. Они стремятся сделать одежду не только практичной, но и модной, учитывая потребности пользователей и их индивидуальные предпочтения. Это позволяет людям с нарушениями зрения чувствовать себя уверенно и комфортно в любой ситуации. Среди таких модельеров можно выделить Брэдфорда и Брайана Мэннинга, основателей бренда Two Blind Brothers [6], К. Чирибогу [7], Марию Соль Унгар [8], Анджелу Ванджику [9], Екатерину Титову [10], Ругиле Гумулиаскайте [11], Балини Найду [12].

Для проектирования коллекции в стиле минимализм за основу взят подход литовского модельера Ругиле Гумулиаскайте [11]. Она разработала коллекцию «Вне видения» в минималистичном стиле, в которой уделяет внимание лаконичному крою и текстурам тканей, ее модели выполнены в спокойной цветовой гамме с чистыми линиями и простым силуэтом (рис. 1).



Рис. 1. Коллекция «Вне видения» Ругиле Гумулиаскайте [11, 13]

Минимализм в дизайне одежды характеризуется простотой форм, чистыми линиями и ограниченной палитрой цветов. Основные принципы минимализма включают функциональность, где каждая деталь имеет свое назначение, что позволяет избежать излишнего декора и усложнения конструкции. Чистота линий делает одежду более универсальной и легкой для восприятия, а использование натуральных материалов обеспечивает комфорт. Цветовая палитра в стиле минимализм характеризуется использованием ограниченного количества цветов для создания гармоничного визуального образа [14].

При создании одежды для людей с нарушениями зрения минимализм предлагает ряд значительных преимуществ. Удобство носки достигается благодаря лаконичным конструкциям, свободным от избыточных элементов. Универсальность минималистичных моделей упрощает их сочетание, позволяя создать разнообразные образы из ограниченного количества вещей. Устойчивость минималистичного стиля обеспечивает его актуальность на протяжении долгого времени, что приносит экономическую выгоду.

Современная мода стремится быть инклюзивной и доступной для всех, независимо от физических возможностей. В последние годы наблюдается растущий интерес к использованию тактильных средств коммуникации, которые помогают людям с нарушениями зрения и другими ограничениями взаимодействовать с одеждой и аксессуарами. Тактильные средства коммуникации, такие как ярлыки с Брайлем, тактильные символы или вибрационные паттерны, улучшают доступность и инклюзивность в моде. Выбор материалов и техник для интеграции тактильных элементов в одежду имеет ключевое значение для достижения желаемых сенсорных эффектов, при этом обеспечивая долговечность, возможность стирки и комфорт для носителя. Традиционные техники, такие как вышивка, аппликация, квиллинг, добавляют текстурное богатство и объем тканям.

Современные технологии текстиля, такие как проводящие ткани, термохромные чернила и сплавы с памятью формы, позволяют создавать динамичные тактильные элементы. Технология 3D-печати позволяет точно наносить текстуры и метки на ткани. Более того, достижения в области "умного" и "электронного" текстиля позволили интегрировать в одежду электронные компоненты, датчики и исполнительные механизмы, создавая интерактивный опыт и адаптивные функции на основе тактильных стимулов и пользовательского ввода [15].

На основе литературного обзора выделены следующие основные принципы проектирования одежды для людей с нарушениями зрения:

- шрифт Брайля для надписей;
- понятный крой и фасон;
- мягкие, натуральные, дышащие ткани;
- двусторонние ткани и изделия;
- большие карманы;
- ярлыки с QR-кодом содержащие основную информацию об одежде;
- эргономичный дизайн застежек.

Коллекция проектируется для женщин младшей и средней возрастной группы. На основе выявленных принципов проектирования одежды для людей с нарушениями зрения выполнен выбор материалов, цветового решения, особенностей кроя и технологической обработки коллекции. В качестве материала для создания коллекции выбрано хлопчатобумажное футерованное полотно. Этот вид трикотажного полотна, выполненного из хлопкового волокна, прекрасно впитывает влагу, является гипоаллергенным материалом, хорошо сохраняет форму.

Творческим источником для создания декоративных тактильных элементов стали листья деревьев, которые представляют собой уникальный объект исследования благодаря своему разнообразию форм, текстур и цветов. Для выполнения декоративного элемента выбрана вышивка трапунто. Трапунто подразумевает использование двух слоев ткани, между которыми помещается наполнитель, что позволяет добиться рельефного эффекта. Эта техника идеально подходит для передачи текстуры листьев, подчеркивая их естественные изгибы и формы. В результате каждая вышитая деталь становится не только визуалью привлекательной, но и приятной на ощупь, что создает дополнительный уровень взаимодействия с изделием. На основе анализа творческого источника составлена атмосфер-карта (рис. 2).



Рис. 2. Творческий источник

Таким образом, на базе проведённой работы, как результат исследования, выполнены поисковые эскизы, которые иллюстрируют основные принципы минималистичного дизайна, адаптированного для людей с нарушениями зрения (рис. 3).

Данные эскизы акцентируют внимание на функциональности, тактильных элементах и простом крое, что позволяет создать комфортную и стильную одежду, учитывающую потребности данной группы пользователей. Также присутствуют вместительные карманы разнообразных размеров. В моделях могут быть применены такие элементы, характерные для адаптивных изделий, как магнитные застежки, патент RU № 221319 U1 [16], магнитные застежки молнии, патент RU № 213033 U1 [17], текстильные нашивки со шрифтом Брайля, патент RU № 2577494 C2 [18], RFID-этикетки (радиочастотная идентификация) [19] и ярлыки с QR-кодом.

Таким образом, в процессе исследования осуществлен сбор данных, необходимых для разработки коллекции инклюзивной одежды в минималистичном стиле, ориентированной на лиц с нарушениями зрения, выявлены особенности художественного проектирования изделий для слабовидящих и незрячих людей, разработаны эскизы образов для создания функциональных и эстетически привлекательных адаптивных изделий.



Рис. 3. Эскизы проектируемой коллекции

*Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РНФ, проект № 24-28-20297.*

## ЛИТЕРАТУРА

1. Bhandari B. Adaptive Clothing Brands in Mainstream Fashion. // Journal of the Textile Association. 84. 2024. P. 151-154.
2. Rovira M. D. P., Vilalta M. D. M., Torrens F. M., Abando M. F., Mestre I., Canet M. The «Museum and Inclusive Fashion» Project. A Design for All Experience at the Balearic School of Art and Design. // Universal Design 2021: From Special to Mainstream Solutions. 2021. P. 120-134.
3. Adaptive Fashion for the Blind and Visually Impaired URL: [https://www.juneadaptive.com/blogs/our-community/adaptive-fashion-for-the-blind-and-visually-impaired?srsltid=AfmBOoqOZ0c9RuLBOxFA4hRIA-\\_MAQXjr-RYvUgk5eO30cX09KvKnHqp](https://www.juneadaptive.com/blogs/our-community/adaptive-fashion-for-the-blind-and-visually-impaired?srsltid=AfmBOoqOZ0c9RuLBOxFA4hRIA-_MAQXjr-RYvUgk5eO30cX09KvKnHqp) (дата обращения: 26.08.2024)
4. How I shop for clothes – as a legally blind person URL: <https://fashioneysta.com/how-i-shop-for-clothes-as-a-legally-blind-person/> (дата обращения: 26.08.2024)
5. How can fashion include the visually impaired? URL: <https://www.shiftlondon.org/fashion/why-are-visually-impaired-people-still-excluded-from-the-fashion-industry/> (дата обращения: 26.08.2024)
6. Two Blind Brothers URL: <https://twoblindbrothers.com/> (дата обращения: 28.08.2024)
7. Camila Chiriboga URL: <https://www.craftcouncil.org/magazine/article/camila-chiriboga> (дата обращения: 28.08.2024)
8. SÓNAR, AN INCLUSIVE INSIGHT URL: <https://welum.com/article/sonar-inclusive-insight/> (дата обращения: 28.08.2024)
9. Kenyan Designer Angela Wanjiku Designs For The Visually Impaired URL: <https://www.teenvogue.com/story/hisi-studio-designs-for-the-visually-impaired> (дата обращения: 28.08.2024)
10. Futurum Moscow: день молодых дизайнеров в Москве URL: <https://theblueprint.ru/fashion/industry/futurum-moscow-spring-summer-2019> (дата обращения: 28.08.2024)
11. Beyond seeing/ pret-a-porter/ S/S 18 URL: <https://rugilegumuliausk.myportfolio.com/beyond-seeing-pret-a-porter-ss-18> (дата обращения: 28.08.2024)
12. Durban fashion designer Balini Naidoo on creating a range of clothes for the visually impaired URL: <https://www.designindaba.com/articles/creative-work/durban-fashion-designer-balini-naidoo-creating-range-clothes-visually> (дата обращения: 28.08.2024)
13. Tactile sketch. Beyond seeing/ pret-a-porter/ S/S 17 URL: <https://rugilegumuliausk.myportfolio.com/tactile-sketch-beyond-seeing-pret-a-porter-ss-18> (дата обращения: 28.08.2024)
14. Ермилова Д.Ю. Концепция минимализма в дизайне одежды – история и современность // Сервис +. №4. 2019. С. 76-78.
15. Srimitha B., Divya R. Review on Enhancing Garments with Tactile Elements. // International Journal of Science and Research (IJSR). 2022. P. 1529-1530.
16. Патент на полезную модель № 221319 U1 Российская Федерация, МПК А47F 1/00. магнитная застежка для одежды: № 2023106224: заявл. 16.03.2023: опубл. 31.10.2023 / С. Л. Москвин; заявитель Ассоциация разработчиков в сфере инноваций "АРСИ". – EDNDDQOIC.
17. Патент на полезную модель № 213033 U1 Российская Федерация, МПК А44В 19/00. Магнитная застежка молния: № 2020110889: заявл. 15.03.2020: опубл. 22.08.2022 / Р. Р. Шангареев. – EDN GVZOUS.
18. Патент № 2577494 С2 Российская Федерация, МПК G09В 21/00. текстильное изделие : № 2013125609/12 : заявл. 04.11.2011: опубл. 20.03.2016 / Й. Кампман. – EDN CLDEIT.
19. Burton M. A., Beser J., Neylan C., Hurst A. Making Fashion Accessible for People with Vision Impairments. // 2012 P. 4.

## ПРИНЦИПЫ БИОМИМИКРИИ ПРИ СОЗДАНИИ ВЛАГОСТОЙКИХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ С ГИБРИДНЫМ ЛУБОВОЛОКНИСТЫМ НАПОЛНИТЕЛЕМ

### PRINCIPLES OF BIOMIMICRY IN THE CREATION OF MOISTURE-RESISTANT COMPOSITE MATERIALS WITH HYBRID BAST FIBROUS FILLER

П.О. Розанова, С.Е. Шипова, С.В. Алеева  
P.O. Rozanova, S.Eu. Shipova, S.V. Aleeva

Ивановский государственный политехнический университет  
Ivanovo State Polytechnic University  
E-mail: svetlana19750710@gmail.com

Представлен анализ современного состояния исследований в области создания «зеленых» армированных полимерных композитов с натуральными компонентами в составе гибридного волокнистого наполнителя. Сформулированы основные принципы природоподобных методов биохимического регулирования свойств гибридных композитных материалов, которые направлены на решение комплекса задач по обеспечению качественной межфазной адгезии полимерной матрицы одновременно к волокнам с разной степенью полярности, а также внутриволоконной пористости и гидрофильности растительных волокон. Имитация состояния клеточной стенки проводящих тканей (ксилемы) льняного стебля путем введения операции энзимной предобработки лубяных волокон в технологический цикл двухстадийного формования армированных композитов с использованием двух типов полимерного вяжущего, обуславливает устранение общеизвестных проблем их водопоглощения и преждевременного старения изделий.

**Ключевые слова:** лубяное волокно, армированные полимерные композиты, пористость, водопоглощение, энзимная предобработка, поглощение низковязкой смолы, сополимеризация.

An analysis of the current state of research in the field of creating "green" reinforced polymer composites with natural components as part of hybrid fibrous filler is presented. The basic principles of nature-like methods of biochemical regulation of the properties of hybrid composite materials are formulated, which are aimed at solving a set of tasks to ensure high-quality interfacial adhesion of the polymer matrix simultaneously to fibers with different degrees of polarity, as well as intra-fiber porosity and hydrophilicity of plant fibers. Imitation of the state of the cell wall of conductive tissues (xylem) of the flax stem by introducing the operation of enzyme pretreatment of bast fibers into the technological cycle of two-stage molding of reinforced composites using two types of polymer binder, causes the elimination of well-known problems of their water absorption and premature aging of products.

**Keywords:** bast fiber, reinforced polymer composites, voids, water absorption, enzyme pretreatment, low-viscosity resin, copolymerization.

Настоящие исследования являются частью комплексного проекта по расширению использования «зеленых» армированных полимерных композитов с натуральными компонентами в составе гибридного волокнистого наполнителя. Однако одним из проблемных вопросов в технологии армированных полимерных композитов на протяжении многих лет остается пористость материалов и ее пагубное влияние на механические свойства изделий [1, 2]. Под этим термином понимается образование межфазных пустот (*voids*), незаполненных связующим. В наибольшей степени это проявляется при получении заготовок сложных форм с применением углеродного волокна, отличающегося повышенной жесткостью [3]. Известно, что пористость в 1% снижает прочность углепластика на 5%, а усталостную долговечность – на 50% [4]. При величине пористости углепластика 3–4% прочность при межслоевом сдвиге снижается в 2 раза [5]. В связи с этим согласно авиационному стандарту США изделия с пористостью более 2% подлежат отбраковке.

Одним из путей уменьшения ограничений на кривизну получаемых деталей является использование гибридных наполнителей с чередующейся укладкой разных волокнистых слоев [3]. Перспективно создание гибридных композитов с заменой части синтетических

волокон разнообразными видами более гибких натуральных волокнистых материалов [6]. Однако при этом возникают сложности с равномерностью адгезии полимерного связующего одновременно к волокнистым компонентам с разными гидрофильно-гидрофобными свойствами, а также с наличием в натуральном наполнителе внутренней капиллярно-пористой системы. Последнее обуславливает известные проблемы водопоглощения биокomпозиционных материалов, которые проявляются в размерной нестабильности и преждевременном старении изделий [7].

Швейцарской компанией Vcom разработаны льносодержащие композитные материалы, которые позиционируются как альтернатива карбону, поскольку обладают лучшими показателями прочности, легкости и экономичности при 75%-ном снижении углеродного следа. Новые материалы находят применение в спортивном и транспортном автомобилестроении. Очевидно, лишь недостаточная влагостойкость не позволяет распространить применение этих материалов и на сферу авиастроения.

Многочисленные исследовательские и обзорные статьи посвящены поиску эффективных методов устранения пустот и усиления межфазной адгезии. В частности, известны приемы минимизации неблагоприятных аспектов применения натуральных волокон за счет их предобработки с использованием эффективных, но энергоемких физических воздействий для модификации поверхности [8,9], либо химических методов удаления гидрофильных полимерных спутников целлюлозы [10,11] или блокирования ее гидрофильных группировок, которые позволяют лишь отчасти решить вопросы улучшения межфазной адгезии, но повышают нагрузку на окружающую среду и могут вызывать критическое повреждение волокна.

Биокатализируемые процессы требуют более мягких условий реакции и обеспечивают высокий уровень контроля за протекающими процессами и достигаемой степенью модификации волокна [12], что предопределяет весомое преимущество этих технологий перед аналогами. Изменение селективности каталитического влияния ферментов позволяет варьировать вид расщепляемого полимера, ограничиваясь индивидуальным действием пектиназ, ксиланазы или лакказы, либо используя комбинированные воздействия пектиназы и целлюлазы, целлюлазы с лакказой и проч. [13]. Биомодификация способствует удалению гидрофильных полимерных спутников целлюлозы, улучшает межфазную адгезию и повышает прочностные характеристики композита.

Опыт усовершенствования биохимических методов переработки лубоволокнистого сырья в текстильном производстве [14] подтверждает необходимость контроля не только субстратной специфичности ферментных препаратов, но и синергизма в действии компонентов мультиэнзимных комплексов. Кроме того, важнейшими технологическими параметрами используемых ферментов являются размер глобулы и прочность их адсорбционного связывания с твердофазным субстратом. Контроль и варьирование этих свойств биопрепаратов позволяет регулировать глубину их проникновения в структуру волокна и обеспечивает пространственно локализованное воздействие на полимерные компоненты в разных структурных зонах лубоволокнистого пучка [15].

Однако широкому использованию биотехнологий для предобработки лубоволокнистых армирующих материалов в индустрии композитов препятствует отсутствие системных знаний о необходимой субстратной специфичности действия ферментов, оптимальной степени извлечения полимерных спутников целлюлозы и требуемой глубине преобразований внутренней капиллярно-пористой системы волокна. Формирование методологии процессов биомодификации лубоволокнистых материалов применительно к индустрии композитов позволит обосновать требования к составу и свойствам полиферментных композиций в привязке к спектру технологических задач и условиям реализации перспективных методов получения гибридных полимерных композиционных материалов с эффективным внедрением связующего как в межволоконные, так и во внутриволоконные поровые пространства армирующего наполнителя. В совокупности это позволит решить открытые к настоящему времени вопросы устранения

эффектов водопоглощения биокomпозитных материалов и преждевременного старения изделий.

В рамках проводимых исследований получения функционализированных композитов разработана биохимических методов структурной модификации армирующих лубоволокнистых материалов основана на использовании потенциала новаторских принципов биомимикрии – создании структур близких к природным системам.

С позиций формирования методологии биохимическая модификация лубоволокнистого волокна осуществляется в комплексе с реализацией прогрессивных технологических процессов формования армированных волокном полимерных композитных материалов с использованием двух типов полимерного вяжущего. Предварительное проведение пропитки или 3D-печати жидкой смолой с низкой вязкостью позволяет заполнить межволоконные пустоты и обеспечить фиксацию слоев наполнителя перед обработкой матричной смолой.

Перспективной группой синтетических смол для использования в качестве низковязкого вяжущего выбраны олигоэфиракрилаты – дешевые, легко обрабатываемые и универсальные мономеры, которые могут подвергаться цепным или ступенчатым реакциям полимеризации, в том числе с использованием ультрафиолетового отверждения.

Согласно выбранному курсу, реализуемый подход предполагает введение операции энзимной предобработки лубяных волокон в технологический цикл двухстадийного формования гибридных армированных полимерных композитов с проведением на первой стадии пропитки низковязкими смолами. В дополнение к известным эффектам заполнения низковязким связующим межволоконных пустот и фиксации волокнистых слоев наполнителя перед обработкой матричной смолой планируется определить условия наполнения внутриволоконных пространств низковязким связующим для создания каркаса, препятствующего набуханию льняного волокна в водной среде. Указанная цель энзимной предобработки армирующего наполнителя принципиально отличается от ранее решаемых задач биомодификации льноволокнистых материалов в текстильном производстве, направленной на обеспечение требуемого уровня гидрофильности и гигроскопичности, белизны и окрашиваемости текстильной продукции. Поскольку все процессы в живой природе управляются определенным набором ферментов, реализация природоподобных методов биохимического регулирования свойств системы станет возможной лишь при выполнении комплекса экспериментальных исследований для обоснования критериев подбора биокатализаторов и условий их применения, что и составляет предмет научного поиска.

При этом решение требуемой совокупности задач позволит обеспечить достижение следующих эффектов:

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

Возможность получения предполагаемых результатов возможно благодаря применению основных принципов биомимикрии, которые базируются на следующих постулатах:

- способность проводящих тканей льняного стебля (ксилемы) с аналогичным набором биополимеров лигноуглеводного комплекса противостоять набуханию в условиях постоянного контакта с впитываемой из почвы влагой;

- способность олигоэфиракрилатов к химическому взаимодействию с реакционными центрами лигнина, что в совокупности с использованием уникальных приемов биомодификации лигнина может быть использовано для стабилизации надмолекулярной структуры льняного волокна;

- необходимость выявления корреляций между остаточным содержанием полимерных спутников льняной целлюлозы после обработки карбогидразами и протеолитическими ферментами на скорость смачивания и сорбционную емкость волокнистого материала в отношении низковязких олигоэфиракрилатов;

- учет взаимосвязей между заполнением внутреннего объема льняного волокна низковязкими смолами и характеристиками водопоглощения и физико-механических свойств композитного материала.

Проведение предварительных экспериментов позволило определить условия биомодификации лубяных волокон для выяснения роли ферментов разной субстратной специфичности в разрушении углеводов-белкового комплекса связующих веществ в структуре лубяных пучков.

Исследования проведены с использованием двух партий волокнистых материалов селекционного сорта льна-долгунца «Ленок», выращенного сотрудниками Всероссийского научно-исследовательского института льна (г. Торжок, Россия). Партия трепаного льняного волокна (ТЛВ) была получена из соломы после росяной мочки. Партия декортифицированного льняного волокна (ДЛВ) была выделена декортикацией из стеблей льна, не подвергавшихся мочке.

Для биомодификации волокна применены коммерческие биопрепараты *Mannase* и *Xylanase SBE-XY20* (Sunson Group, China), *Fecord 2015-B* (LLC "Ferment", Belarus), а также гомогенные ферменты *E-GALCJ* (Megazyme Ltd., Ireland), *pectinase P4716* и *Alcalase 2.4L* (Sigma-Aldrich, США). Доминирующим компонентом в препаратах *Mannase (Man)* и *Fekord 2015-B (Fek)* является  $\beta$ -маннаназа (ЕС 3.2.1.78), а в препарате *Xylanase SBE-XY20 (Xyl)* – эндо-1,4- $\beta$ -ксиланаза (ЕС 3.2.1.8). Препарат *pectinase P4716 (pec)* содержит группу ферментов, катализирующих реакцию гидролиза пектиновых веществ: эндо- $\alpha$ -1,4-полигалактуроназу (ЕС 3.2.1.15) и экзо- $\alpha$ -1,4-полигалактуронозидазу (ЕС 3.2.1.82). Препарат *E-GALCJ (gal)* содержит рекомбинантную эндо-1,4- $\beta$ -галактаназу из *Cellvibrio japonicus* (ЕС 3.2.1.89), которая катализирует гидролиз галактана и арабиногалактана. Препарат *Alcalase 2.4L (alc)* является эндопротеазой, катализирующей гидролиз всех видов белка. Состав и уровень основного вида каталитической активности биопрепаратов показан в табл. 1.

Таблица 1

Составы растворов для биомодификации льняных волокнистых материалов

Номер композиции	Компоненты полиферментной композиции и активность ферментов в растворе (ед./мл)					
	<i>Man</i>	<i>Fek</i>	<i>Xyl</i>	<i>pec</i>	<i>gal</i>	<i>alc</i>
1	150	–	–	–	–	–
2	–	150	–	–	–	–
3	75	75	–	–	–	–
4	150	–	–	50	–	–
5	150	–	–	50	30	–
6	150	–	30	50	30	–
7	75	75	–	50	–	20
8	75	75	30	50	–	20

Обработка волокнистых материалов растворами биокатализаторов проведена в одинаковых технологических условиях, так же как и для контрольного эксперимента с выдержкой образцов волокна в буферном растворе без ферментов. Результаты деструкции полисахаридной основы связующих веществ приведены в табл. 2 в соответствии с номерами ферментных композиций, указанными в табл. 1.

Установлено, что в качестве регулирующих параметров биокатализируемого воздействия на структуру лубоволокнистого наполнителя следует использовать не только характеристики субстратной специфичности ферментов, но и данные оценки синергизма в действии компонентов мультиэнзимных комплексов, а также экспериментально

определяемые параметры размера глобулы ферментов и прочности их адсорбционного связывания с субстратом.

Таблица 2

Влияние состава полиферментной композиции на остаточное содержание пектина и гемицеллюлоз в образцах биомодифицированного волокна

Ферментная композиция		Содержание нецеллюлозных полисахаридов в биомодифицированном волокне, wt. %			
№	сочетание биопрепаратов	ДЛВ		ТЛВ	
		пектин	гемицеллюлозы	пектин	гемицеллюлозы
0	контроль	7,9	20,7	4,8	16,5
1	<i>Man</i>	6,7	15,8	4,2	13,2
2	<i>Fek</i>	3,7	17,2	3,0	13,7
3	<i>Man + Fek</i>	4,9	13,9	3,5	11,5
4	<i>Man + pec</i>	2,5	14,5	2,1	12,5
5	<i>Man + pec + gal</i>	2,5	12,8	1,9	11,8
6	<i>Man + pec + gal + Xyl</i>	2,5	10,5	1,9	8,0
7	<i>Man + Fek + pec + alc</i>	1,5	8,9	0,6	5,0
8	<i>Man + Fek + pec + alc + Xyl</i>	1,5	5,1	0,6	3,2

Коммерческие препараты *Man* и *Fec* содержат в числе сопутствующих ферментов пектиназу, что обуславливает достижение определенной степени повреждения пространственных сеток пектина. При этом *Man* существенно уступает препарату *Fec* в деструкции пектинов, но обеспечивает лучшее расщепление гемицеллюлоз в структуре твердофазного материала. Совместное использование препаратов *Fec* и *Man* позволяет ранжировать структурный уровень воздействия биокатализаторов в межволоконных и внутриволоконных образованиях связующих веществ благодаря различию размера ферментов. Заметим, что уровень активности  $\beta$ -маннаназы в бинарных композициях *Fec + Man* имеет такое же значение, как и в растворах на основе индивидуальных препаратов – 150 ед./мл. В случае использования смесовой композиции 3 эффективность гидролиза пектинов усредняется пропорционально изменению концентрации пектиназ. В то же время разрушение гемицеллюлоз протекает более интенсивно: скорость их извлечения в 1,4–1,5 раза выше в сравнении с результатом индивидуального воздействия препарата *Man*.

Усиление полиферментной композиции *Man* добавкой препарата *pec* позволяет увеличить степень извлечения пектинов в 4.5 раза. Присутствие в растворе ферментов *gal* и *Xyl* обеспечивает дополнительное воздействие на макромолекулы галактана и ксилана в структуре гемицеллюлоз, способствуя не только эффективному удалению слоя инкрустов, но и разрушению межфибрилярного матрикса клеточной стенки волокна. Максимальное удаление нецеллюлозных полисахаридов достигается при дополнительном введении препарата *alc* для усиления деструкции макромолекул белковых веществ протеазами, которые присутствуют в составе базовых коммерческих препаратов, но в недостаточном количестве.

Результаты обоснования необходимого сочетания субстратной специфичности биокатализаторов, а также размера их глобул и прочности адсорбционного связывания с твердофазным субстратом определяют способность ферментов проникать в поры волокна, набухающего в растворе биопрепаратов. Как следствие, это позволяет решить задачи развития параметров внутриволоконной мезопоровой системы для эффективного ее заполнения жидким низковязким связующим в привязке к перспективным методам двухстадийного формования композитов с использованием двух видов смолы. Экспериментально установлено, что предпочтительный вариант полиферментного препарата

содержит наряду с малоразмерными (до 30 нм) пектиназами и протеазой две изоформы  $\beta$ -маннаназы с различающимися размерами глобулы ферментов: менее 20 нм и 20–50 нм.

Варьирование этих параметров позволит реализовать пространственно локализованное воздействие на структурные образования в разных зонах лубяного пучка и в клеточной стенке льняного волокна, регулируемо изменять его гидрофильность и деформационные свойства без снижения показателей прочности.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Olivier P., Cottu J.P., Ferret B. Effects of cure cycle pressure and voids on some mechanical properties of carbon/epoxy laminates // *Composites*. 1995. V. 26. P. 509-515.
2. Батраков В.В., Петрушенко Р.Ю., Константинов Д.Ю., Хамидуллин О.Л. Влияние режимов автоклавного формования и структуры технологического пакета на пористость конструкций из композиционных материалов // *Изв. вузов. Российская авионика*. 2018. Т. 6. № 1. С. 93-97.
3. Monticeli F., Almeida Jr J., Neves R., Ornaghi F., Ornaghi H. On the 3D void formation of hybrid carbon/glass fiber composite laminates: A statistical approach // *Compos. Part A. Appl. Sci. Manuf.* 2020. V. 137. № 106036.
4. Мурашев В.В., Мишуров К.С. Определение пористости углепластиков в авиационных конструкциях ультразвуковым методом // *Авиационные материалы и технологии*. 2015. № 2. С. 88-92.
5. Elkolali M., Nogueira L.P., Rønning P.O., Alcocer A. Void Content Determination of Carbon Fiber Reinforced Polymers: A Comparison between Destructive and Non-Destructive Methods// *Polymers*. 2022. V. 14. № 1212.
6. Sathishkumar T.P., Naveen J., Satheeshkumar S. Hybrid fiber reinforced polymer composites—a review// *J. Reinf. Plast. Compos.* 2014. V. 33(5). P. 454-471.
7. Teixidó H., Staal J., Caglar B., Michaud V. Capillary Effects in Fiber Reinforced Polymer Composite Processing: A Review// *Front. Mater.* 2022. V. 9. 809226.
8. Pillai R.R., Thomas V. Plasma surface engineering of natural and sustainable polymeric derivatives and their potential applications // *Polymers*. 2023. V. 15. 400.
9. Naik T.P., Singh I., Sharma A.K. Processing of polymer matrix composites using microwave energy: a review.// *Compos. Part A. Appl. Sci. Manuf.* 2022. V. 156. № 3. 106870.
10. Rameshkumar D., Kumaresan K. Stinging nettle fibres extraction and characterization using chemical retting method and influence of tensile properties // *Ind. Crop. Products*. 2022. V. 188. №115551.
11. Zhang L., Meng C., Xuerong F. Effect of ozone treatment on the chemical and mechanical properties of flax fibers // *Ind. Crop. Products*. 2022. V. 189. №115694.
12. Boey J.Y., Baidurah S., Tay G.S. A review on the enhancement of composite's interface properties through biological treatment of natural fibre/lignocellulosic material // *Polym. Polym. Compos.* 2022. V. 30. № 096739112211036.
13. Hossain M.M., Kumar V.S., Siddiquee S. Augmented retting effect on kenaf fibers using alkalophilic pectinase-producing bacteria in combination with water solvents // *Appl. Sci.* 2022. V. 12 № 7136.
14. Aleeva S.V., Koksharov S.A., Chemistry and technology of biocatalyzed nanoengineering of linen textile materials // *Russ. J. Gen. Chem.* 2012.V. 82 (13). P. 2279-2293.
15. Алеева С.В., Кокшаров С.А. Исследование и описание изменения капиллярности льняной ткани в условиях ферментативной обработки // *Изв. вузов Химия и химическая технология*, 2012, Т. 55, Вып. 3. С. 91–95.

## СОЗДАНИЕ МОДЕЛИ ШПУЛЯРНИКА ДЛЯ СНОВАЛЬНОЙ МАШИНЫ С ПОМОЩЬЮ ТРЕХМЕРНОЙ ГРАФИКИ

### CREATING A BOBBIN MODEL FOR WARPING MACHINE WITH 3D GRAPHICS

Ю.А. Романов, А.Ю. Шарова  
Y.A. Romanov, A.Y. Sharova

Ивановский государственный политехнический университет  
Ivanovo State Politechnical University  
E-mail: yuriromanov37@mail.ru

Создана 3D модель шпулярика для сновальной машины, которая может быть использована для визуализации технологических процессов в текстильной промышленности при проведении образовательных и профориентационных мероприятий. Проект использует возможности виртуальной реальности для создания иммерсивной среды, в которой обучающиеся могут получить практический опыт в безопасных условиях.

**Ключевые слова:** 3D модель, VR-проект, сновальная машина, текстильная промышленность.

A 3D model of a bobbin for a warping machine has been created, which can be used to visualize technological processes in the textile industry during educational and career guidance events. The project uses the capabilities of virtual reality to create an immersive environment in which students can gain hands-on experience in a safe environment.

**Keywords:** 3D model, VR project, warping machine, textile industry.

Современные технологии 3D-моделирования позволяют конструировать сложные и объемные модели, проводить тестирование и вносить в них изменения на различных уровнях. Хотя программное обеспечение для 3D-моделирования основано на сложных математических расчетах, все вычисления проводятся автоматически с предоставлением удобного пользовательского интерфейса, создание трехмерной модели довольно затруднительно и представляет собой своего рода искусство [1].

В данной работе была создана 3D модель шпулярика сновальной машины. Модель предназначена для того, чтобы лучше понять технологии изготовления текстильных изделий. Это поможет учащимся вузов, а также абитуриентам более осознанно выбирать направления подготовки, связанные с текстильным производством. Визуализация технологических процессов в текстильной промышленности через цифровые модели позволяет сделать обучение более наглядным, эффективным и безопасным.

Для моделирования шпулярика была использована программа Blender. Она является одной из самых популярных для трехмерной графики. Данная программа была выбрана поскольку она бесплатна, имеет мощный функционал для моделирования, текстурирования, анимации и рендеринга.

Работа была начата со сбора референсов. Это помогло создать точную и детализированную модель. На текстильном предприятии были сделаны фотографии сновальной машины и шпулярика. На сайте производителя шпулярика были найдены чертежи. Они существенно помогли в определении точных размеров и пропорций объекта. Этот процесс позволил зафиксировать ключевые детали и нюансы конструкции, что в дальнейшем значительно уменьшило вероятность появления неточностей в модели.

С помощью фотографий, видео и чертежей был смоделирован шпулярик. Работа была начата с построением базовой формы объекта. Это геометрические примитивы такие, как кубы и цилиндры. В дальнейшем базовая форма была детализирована. Добавились механизмы, примитивы были усложнены. С помощью функций группировки и различных модификаторов удалось ускорить процесс создания модели.

Следующим шагом было наложены текстуры на объект для придания поверхности модели цвета, свойств окраски или иллюзии рельефа [2]. С помощью текстуры можно имитировать различные материалы, такие как дерево, металл или ткань, что придает объекту реалистичный вид, сохраняя при этом простоту его геометрии. Для этого были найдены похожие текстуры на специализированных сайтах, которые в дальнейшем были доработаны и наложены на объект (рис. 1).

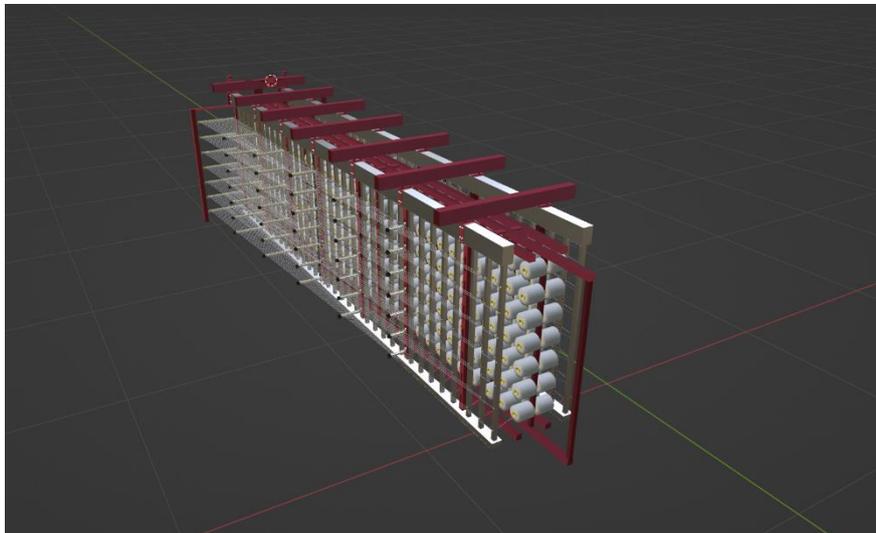


Рис.1. 3D модель шпулярика сновальной машины

Виртуальная реальность открывает новые возможности для повышения эффективности обучения, позволяя создать безопасную и контролируемую среду, в которой обучающиеся могут отработать различные сценарии, включая экстремальные ситуации, без риска для жизни и здоровья.

Результатом проделанной работы стала 3D модель шпулярика, которая может быть использована для визуализации технологических процессов в текстильной промышленности.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. 3D-моделирование: виды, принципы, инструменты [Текст] — Режим доступа: <https://gb.ru/blog/3d-modelirovanie/>, - Загл. с экрана. (дата обращения: 18.07.2022)
2. Что такое текстуры и как они работают в 3D-графике [Текст] — Режим доступа: [https://skillbox.ru/media/gamedev/cto\\_takoe\\_tekstury\\_i\\_kak\\_oni\\_rabotayut\\_v\\_3d\\_grafike/](https://skillbox.ru/media/gamedev/cto_takoe_tekstury_i_kak_oni_rabotayut_v_3d_grafike/), - Загл. с экрана. (дата обращения: 23.07.2020)

## ХИМЗАЩИТНАЯ ПОЛИМЕРНАЯ МЕМБРАНА ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ СИЗК НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

### CHEMICAL PROTECTIVE POLYMER MEMBRANE FOR THE MANUFACTURING OF NEW GENERATION PERSONAL SKIN PROTECTION EQUIPMENT

И.Ф. Сайфутдинова<sup>1,2</sup>  
I.F. Sayfutdinova<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Казанский национальный исследовательский технологический университет

<sup>2</sup>Казанский химический научно-исследовательский институт

<sup>1</sup>Kazan National Research Technological University

<sup>2</sup>Kazan Research Chemical Institute

E-mail: isayfutdinova@mail.ru

В результате проведенных исследований получена химзащитная полимерная мембрана на основе полимерной композиции полиамидоимида и поливинилпирролидона. Именно эти два компонента обеспечивают получение композиционной полимерной непористой мембраны, обладающая высоким защитным действием от токсичных веществ и удовлетворительными физиолого-гигиеническими свойствами по паропроницаемости. Данные свойства дают возможность использования разработанной мембраны для создания средств индивидуальной защиты кожи (СИЗК) нового поколения.

**Ключевые слова:** мембрана, паропроницаемость, химзащитные свойства

As a result of the conducted research, a chemical-protective polymer membrane was obtained based on a polymer composition of polyamide imide and polyvinylpyrrolidone. These two components provide the production of a composite polymer non-porous membrane with a high protective effect against toxic substances and satisfactory physiological and hygienic properties in terms of vapor permeability. These properties make it possible to use the developed membrane to create new-generation personal protective equipment.

**Keywords:** membrane, vapor permeability, chemical protective properties

В условиях современного нарастания угроз военной и техногенной направленности все большее внимание уделяется разработке и использованию индивидуальных средств защиты (СИЗ). Одним из важнейших среди них являются средство индивидуальной защиты кожи (СИЗК). Основным назначением этих средств по-прежнему остается обеспечение надежной и длительной защиты кожи военнослужащего или другого персонала от воздействия всех видов химически опасных веществ.

При создании материалов СИЗК, предназначенных к использованию для защиты от аварийно химически опасных веществ (АХОВ) и токсичных химикатов (ТХ), перед исследователями всегда возникает вопрос о выборе между защитой и комфортом. Материалы с лучшими защитными свойствами на основе прорезиненных тканей, пленочных полимерных материалов, предназначенные для изготовления одежды изолирующего типа (ИТ), вызывают дискомфорт при их использовании. Связано это, прежде всего, с тем, что такие материалы не дают возможность выводить наружу пары влаги от пользователя, т.е. не обладают «дышащими» свойствами, поэтому длительное пребывание в изолирующей защитной одежде, особенно при повышенных температурах, значительно увеличивает опасность теплового стресса [1-4].

Материалы на основе сорбирующих компонентов (уголь, силикагель и др.), предназначенные для изготовления одежды фильтрующего типа (ФТ), не обеспечивают приемлемой защиты, особенно в условиях повышенной влажности, хотя и являются удовлетворительными по комфорту [5-7].

Оптимальное сочетание защитных и физиологических свойств СИЗК можно достичь путем использования мембранных материалов. В отличие от традиционных изолирующих и

фильтрующих защитных материалов, они могут одновременно сочетать изолирующие (обеспечение высокой химзащиты) и фильтрующие (обеспечение комфортности за счет высокой паропроницаемости) свойства. Именно мембранные технологии могут обеспечить оптимальное сочетание защитных и эргономических свойств СИЗК и существенно уменьшить массу изделий.

Основные задачи защитной одежды с использованием мембранных материалов – защита от влаги, ветра и опасных веществ снаружи и отведение влаги из пододёжного пространства (рис. 1).

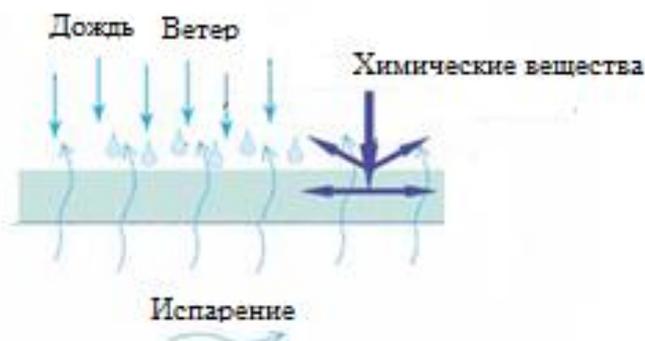


Рис. 1. Принцип работы химзащитной мембраны для СИЗК

В работе рассмотрены полимеры, обладающие стойкостью к агрессивным средам, как основа для создания защитных мембранных материалов для СИЗК. Получены полимерные пленки: из силиконового и уретанового каучуков, хлорсульфированного полиэтилена, полиамида, полиамидоимида [8,9]. Данные полимеры широко используются для создания СИЗК изолирующего типа [1-4]. Задача заключалась в создании пленок, обладающих одновременно высокими защитными свойствами и в тоже время обладающими паропроницаемостью. Для придания полимерным пленкам требуемой паропроницаемости дополнительно вводили гидрофильные добавки, такие как катионит, анионит, полипропиленгликоль, поливинилпирролидон. Выявлено, что придание паропроницаемости пленкам приводит к снижению их химзащитных свойств. Только в случае получения пленок из полимерной композиции полиамидоимида-поливинилпирролидона химзащитные свойства остаются на высоком уровне. Защитные свойства мембраны по отношению к токсичным и опасным веществам обеспечиваются структурой полиамидоимида (рис. 2а). Способность полиамидоимида образовывать однородные пленкообразующие композиции с поливинилпирролидоном, позволяют получить мембраны с оптимальным сочетанием проницаемости по воде и токсичным веществам. Проникновение паров воды облегчается за счет использования поливинилпирролидона, макромолекулы которого имеют гидрофильные группы (рис. 2б), которые способны образовывать лабильные водородные связи с молекулами воды.

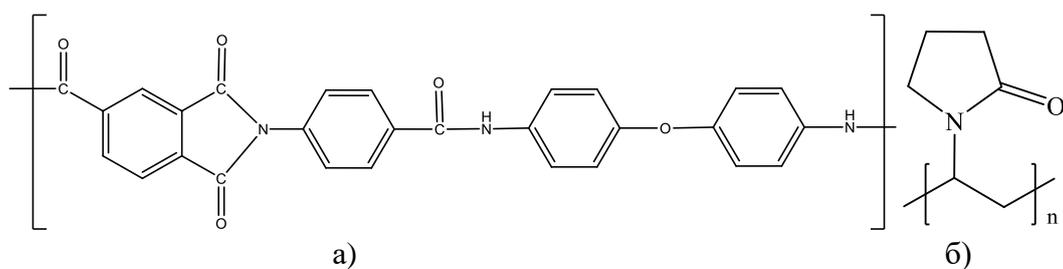
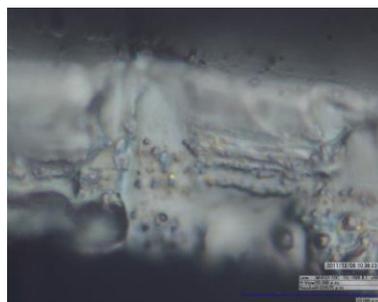


Рис. 2. Структурные формулы: а) полиамидоимида (ПАИ), б) поливинилпирролидона (ПВП)

Полученная полимерная мембрана по структуре является непористой, микротографии поверхности и среза мембраны представлены на рис. 3.



а)×140



б)×5600

Рис. 3. Микрофотографии поверхности и среза мембраны на основе композиции ПАИ-ПВП.

Механизм прохождения паров воды через непористую мембрану является сорбционно-диффузионным и состоит из трех стадий: абсорбции гидрофильными функциональными группами на поверхности пленки, диффузии через межмолекулярные пустоты и десорбции с противоположной поверхности. Гидрофильные группы присутствуют и в макромолекуле полиамидоимида, однако при его использовании в чистом виде паропроницаемость не высока.

Основные характеристики полученной мембраны на основе ПАИ-ПВП представлены в таблице 1.

Таблица 1

Основные характеристики мембраны на основе ПАИ-ПВП

Наименование показателя	Значение
Поверхностная плотность, г/м <sup>2</sup>	280
Толщина, мкм	40
Паропроницаемость за 24 ч, г/м <sup>2</sup>	4000
Водоупорность, мм вод. ст.	8000
Относительное удлинение, %	30
Прочность при разрыве, МПа	40
Стойкость к воздействию органических растворителей, мин	480
Стойкость к воздействию паров диметилформамида, мин,	480
Стойкость к воздействию спиртов, мин	480
Стойкость к действию газообразных АХОВ, ч	8
- хлора	8
- аммиака	
Стойкость к воздействию ГСМ, мин, не менее	480

Таким образом, разработанная химзащитная полимерная мембрана на основе полиамидоимида и поливинилпирролидона представляет непористую диффузионную пленку толщиной 40 мкм. Как видно из таблицы 1 паропроницаемость мембраны составляет 4000 г/м<sup>2</sup>, стойкость к воздействию органических растворителей, паров диметилформамда, спиртов, ГСМ составляет не менее 480 минут. Данные свойства дают возможность использования мембраны для создания спецодежды нового поколения. По ГОСТ ISO 16602-2019 такую спецодежду по защитным свойствам можно отнести к 6 классу защиты.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Сухова А.А., Тарасов Л.А., Абуталипова Л.Н. Многофункциональный композиционный материал ЛТЛ-1-2 // Вестник Казанского университета. 2014. № 21. С. 75-76.
2. Сухова А.А. Анализ современных изолирующих материалов и средств индивидуальной защиты кожи на их основе // Вестник технологического университета. 2016. №15. С. 128-130.
3. Зарипова В.М., Хакимуллин Ю.Н., Уваев В.В. Облегченный защитный изолирующий материал с широким спектром защитных свойств // Вестник Казанского технологического университета. 2015. №1. С. 213-214.
4. Хакимуллин Ю.Н., Зарипова В.М. Защитный облегченный прорезиненный материал на основе хлорсульфированного полиэтилена с повышенной стойкостью к агрессивным средам и открытому пламени // Химия в интересах устойчивого развития. 2018. №1. С 83-87.
5. Фатхутдинов, Р.Х., Жилиев Г.Г. О некоторых принципах создания СИЗК. Защитные фильтрующие материалы // Рабочая одежда. 2006. № 4. С. 35.
6. Исследование защитных свойств композиционных фильтрующее-сорбционных материалов / Генис А.В. [и др.] // Технические науки - от теории к практике. 2004. № 39. С. 111-119.
7. Кашапов Н.Ф., Семочкин В.Н., Фатхутдинов Р.Х. Влияние наноструктуры на свойства фильтрующих угленаполненных целлюлозных материалов // Вестник Казанского технологического университета. 2008. №. 1. С. 68-73.
8. Исследование ряда каучуков общего назначения и эластомеров в качестве полимерной основы мембранных материалов // И.Ф. Сайфутдинова [и др.] // Вестник Казанского технологического университета. 2013. Т 16. №17. С.156-159.
9. Поиск полимерной селективно проницаемой мембраны, пригодной для изготовления специальной защитной одежды нового поколения / И.Ф. Сайфутдинова [и др.] // Вестник развития науки и образования. 2013. № 5. С.19-32.

**РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА РАСЧЕТА КРУТЯЩЕГО МОМЕНТА И ВЕЛИЧИНЫ НЕРАВНОМЕРНОСТИ ВРАЩЕНИЯ ГЛАВНОГО ВАЛА МЕТАЛЛОТКАЦКОГО СТАНКА ТИПА СТР**

**DEVELOPMENT OF AN ALGORITHM FOR CALCULATING THE TORQUE AND THE AMOUNT OF NON-UNIFORMITY OF ROTATION OF THE MAIN SHAFT OF A METAL-WEAVING MACHINE TOOL STR TYPE**

Д.К. Самойлов, А.А. Тувин  
D.K. Samoilov, A.A. Tuvin

Ивановский государственный политехнический университет  
Ivanovo State Polytechnic University  
E-mail: gendalf\_37@mail.ru, tuvin1958@mail.ru

Рассмотрены вопросы разработки алгоритма и блок-схемы расчета крутящего момента и величины неравномерности вращения главного вала станка типа СТР-100-М. Приведен график изменения угловой скорости главного вала станка, позволяющий определить неравномерность вращения главного вала станка.

Ключевые слова: станок, алгоритм, момент, неравномерность вращения.

The paper deals with the development of an algorithm and block diagram for calculating the torque and the value of the unevenness of rotation of the main shaft of a machine tool of the STR-100-M type. The graph of change of angular velocity of the main shaft of the machine tool, which allows to determine the unevenness of rotation of the main shaft of the machine tool, is given.

Keywords: machine tool, algorithm, torque, unevenness of rotation.

В работе [1] установлено, что наибольшее значение, приведенного к оси вала двигателя станка момента инерции массы, имеют батанный и рапирный механизмы и элементы привода станка. У таких механизмов как зевообразовательный, товарный эта величина значительно меньше. В связи с этим при расчете неравномерности вращения главного вала станка, крутящего момента учтены инерционные свойства самого главного вала и жестко связанных с ним деталей привода исполнительных механизмов.

На рис.1 и 2 приведены расчетные схемы батанного и рапирного механизмов.

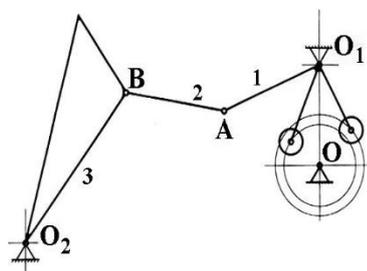


Рис.1. Расчетная схема батанного механизма станка СТР-100-М

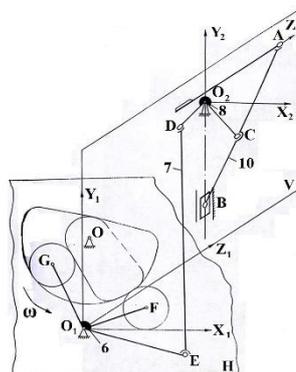


Рис.2 Расчетная схема механизма прокладывания утка станка СТР-100-М

Для расчета, приведенного к валу двигателя момента инерции масс батанного и рапирного механизмов, и элементов привода станка составим выражение:

$$J(\varphi) = J_p + J_{СТ} i_1^2 + (J_B + J_{II}) i_2^2, \quad (1)$$

где  $J_p$  - момент инерции массы ротора электродвигателя совместно с приводным шкивом;

$J_{CT}$  - момент инерции звеньев привода от ротора двигателя к главному валу станка;

$J_B$  - момент инерции главного вала станка в сборе;

$J_{II}$  - приведенный к главному валу момент инерции масс звеньев батанного и рапирного механизмов;

$i_1, i_2$  - соответственно передаточное отношение от ротора к промежуточному механизму привода главного вала и от ротора до главного вала.

Момент инерции масс звеньев батанного и рапирного механизмов приведенный к оси главного вала станка имеет следующее выражение:

$$J_{II} = J_1(\varphi_1')^2 + m_2(S_2')^2 + J_{S_2}(\varphi_2')^2 + J_3(\varphi_3')^2 + J_6(\varphi_6')^2 + m_7(S_7')^2 + J_{S_7}(\varphi_7')^2 + J_8(\varphi_8')^2 + J_{S_{10}}(\varphi_{10}')^2 + m_{10}(S_{10}')^2 + m_B(S_B')^2 + m_A(S_A')^2, \quad (2)$$

где:  $J_{II}, J_{SII}$  - момент инерции массы  $i$ -го звена относительно оси вращения и центра масс соответственно;

$S_i', m_i$  - соответственно аналог линейной скорости центра масс и масса  $i$ -го звена;

$\varphi_i'$  - аналог угловой скорости  $i$ -го звена.

Продифференцируем выражение (2) по обобщенной координате, после математических преобразований, получим

$$J'_{II} = 2I_1\varphi_1'' + m_2 \frac{d}{d\varphi_1}[(S_2')^2] + 2J_{S_2}\varphi_2'\varphi_2'' + 2J_1\varphi_3'\varphi_3'' + 2J_6\varphi_6'\varphi_6'' + m_7 \frac{d}{d\varphi_1}[(S_7')^2] + 2J_{S_7}\varphi_7'\varphi_7'' + 2J_8\varphi_8'\varphi_8'' + 2J_{S_{10}}\varphi_{10}'\varphi_{10}'' + m_{10} \frac{d}{d\varphi_1}[(S_{10}')^2] + m_B \frac{d}{d\varphi_1}[(S_B')^2] + m_A \frac{d}{d\varphi_1}[(S_A')^2], \quad (3)$$

где:  $\varphi_i''$  - аналог углового ускорения  $i$ -звена.

Тогда величина производной приведенного к оси вала двигателя момента инерции масс звеньев батанного и рапирного механизмов по углу поворота ротора равна

$$J'(\varphi) = J'_{II} i_2^2. \quad (4)$$

Для расчета величины крутящего момента  $M$  и величины неравномерности вращения главного вала металлостанка СТР-100-М разработана программа с применением библиотеки прикладных подпрограмм кинематического, силового и динамического анализа [2]. Укрупненная блок-схема данного расчета приведена на рис.3.

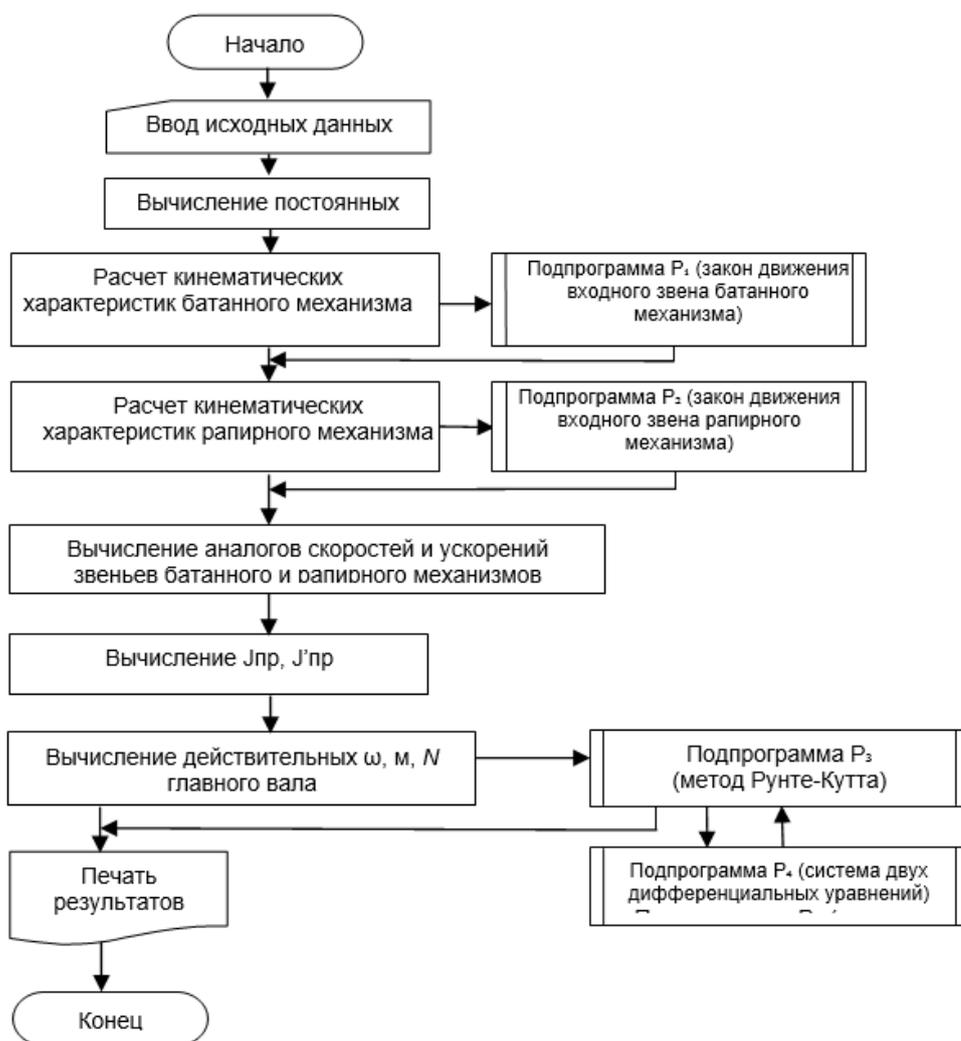


Рис. 3. Укрупненная блок-схема расчета крутящего момента и величины неравномерности вращения главного вала станка СТР-100-М

При проведении численных расчетов начальные значения угловой скорости ротора и момента двигателя ориентировочно принимаются равными их номинальным значениям. Расчеты производятся до тех пор, пока величины значений угловой скорости ротора и момента двигателя в начале и конце цикла работы не будут совпадать с заданной точностью. Установлено, что заданная точность достигается уже на третьем цикле расчета. Цикл расчета равен одному обороту главного вала. Графики результатов расчетов приведены на рис. 4.

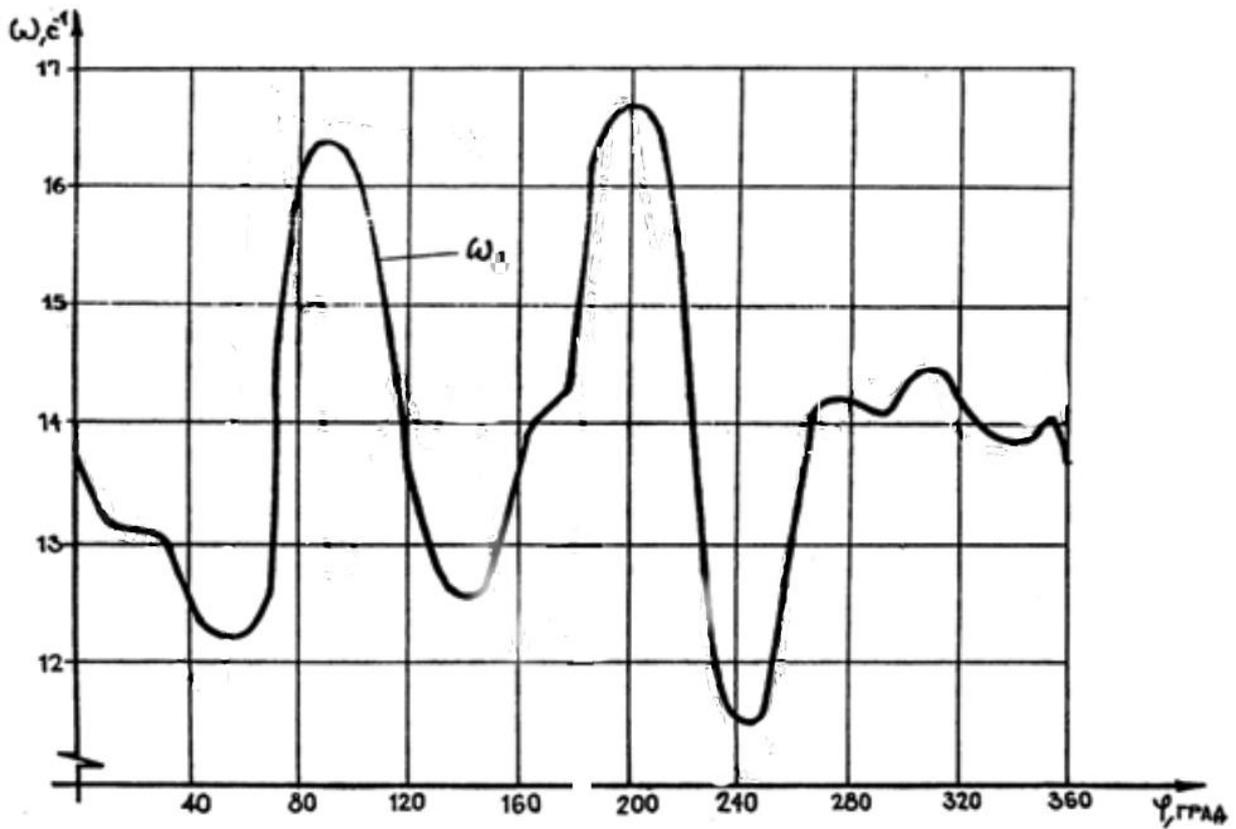


Рис.4. Результаты расчета неравномерности вращения главного вала

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Самойлов Д.К. Разработка динамической модели механической системы станок – электродвигатель для металлорежущих станков типа СТР / Д.К. Самойлов, А.А. Тувин // Современные наукоемкие технологии. Региональное приложение. – 2024. – № 1. – С. 91-94.
2. Тувин А. А. Автоматизированный расчет кулачково-стержневых механизмов: учеб. пособие для студ. направления подгот. бакалавров 15.03.02 *Технологические машины и оборудование*/ А. А. Тувин, Р. В. Шляпугин, Д. А. Пирогов. – Иваново: ИВГПУ, 2018. – 224 с. : ил.

**ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ПРИ ОЦЕНКЕ И  
ПРОГНОЗИРОВАНИИ СВОЙСТВ СПЕЦИАЛЬНОЙ ЗАЩИТНОЙ ОДЕЖДЫ НА  
ПРИМЕРЕ СРЕДСТВ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ РУК**

**APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN ASSESSING AND FORECASTING  
THE PROPERTIES OF SPECIAL PROTECTIVE CLOTHING USING THE EXAMPLE  
OF PERSONAL HAND PROTECTIVE EQUIPMENT**

А.И. Самсонова<sup>1</sup>, Р.Р. Аллямов<sup>2</sup>, И.А. Суворов<sup>1</sup>, Ю.В. Бельцев<sup>3</sup>  
A.I. Samsonova<sup>1</sup>, R.R. Allymov<sup>2</sup>, I.A. Suvorov<sup>1</sup>, Yu.V. Beltsev<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Ивановский государственный химико-технологический университет

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

<sup>3</sup>Ивановский государственный политехнический университет

<sup>1</sup>Ivanovo State University of Chemistry and Technology

<sup>2</sup>Ivanovo Fire Rescue Academy of State Firefighting Service of Ministry of Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters

<sup>3</sup>Ivanovo State Politechnical University

E-mail: Harley-davison47@mail.ru, alenyshka.2016.samsonova@mail.ru,  
unsuvorov@gmail.com, silur37rus@mail.ru

В статье рассматривается применение искусственного интеллекта (AI) для улучшения характеристики защитной одежды, основываясь на данных о реакции материалов на механические удары. Использование генеративных состязательных сетей (GAN) и сверточных нейронных сетей (CNN) позволяет создавать базы данных с изображениями различных механических воздействий, что, в свою очередь, обеспечивает возможность прогнозирования уровня защиты. Это подход открывает новые горизонты для производителя, позволяя разрабатывать эффективное снаряжение с учетом заранее определенных критериев, а также проводить симуляционные исследования для анализа взаимодействия защитной одежды с реальными ударными воздействиями. Ожидается, что внедрение таких технологий существенно сократит время и ресурсы, затрачиваемые на физические испытания, а также повысит точность калибровки материалов и конструкций специальной защитной одежды.

Ключевые слова: искусственный интеллект, защитная одежда, механические воздействия, нейронные сети, прогнозирование, симуляционные исследования, калибровка свойств.

The article discusses the use of artificial intelligence (AI) to improve the performance of protective clothing based on data on the response of materials to mechanical impacts. The use of generative adversarial networks (GAN) and convolutional neural networks (CNN) allows creating databases with images of various mechanical impacts, which in turn provides the ability to predict the level of protection. This approach opens up new horizons for the manufacturer, allowing the development of effective equipment taking into account predetermined criteria, as well as conducting simulation studies to analyze the interaction of protective clothing with real impact effects. It is expected that the implementation of such technologies will significantly reduce the time and resources spent on physical testing, as well as improve the accuracy of calibration of materials and designs of special protective clothing.

Keywords: artificial intelligence, protective clothing, mechanical effects, neural networks, forecasting, simulation studies, calibration of properties.

В последние годы наблюдается значительное развитие технологий искусственного интеллекта (ИИ), которые находят всё более широкое применение в различных областях, включая индустрию безопасности труда и защитной одежды. Одной из перспективных технологий в этом направлении являются генеративно-состязательные нейросети (GAN), которые могут существенно улучшить процессы оценки и прогнозирования свойств специальной защитной одежды, таких как рукавицы и перчатки. [1]

Генеративно-состязательные нейросети состоят из двух основных компонентов: генератора и дискриминатора. Генератор отвечает за создание новых образцов, в то время

как дискриминатор стремится отличить реальные данные от сгенерированных. Процесс работы GAN может быть описан как игра с нулевой суммой, где цели обоих участников противоположны. Это позволяет получать изображения нового качества, которые могут быть использованы для развития других моделей, в частности сверточных нейронных сетей (CNN), предназначенных для анализа изображений. Сверточные нейронные сети эффективно решают задачи распознавания объектов на изображениях, что открывает возможность их настройки для анализа свойств специальных защитных изделий. В процессе развития модели требуется большое количество размеченных данных, что позволяет нейросети самостоятельно распознавать нужные объекты и их характеристики. Это может быть полезным при оценке материалов, из которых изготовлена защитная одежда, и их способности защищать от различных механических воздействий [2].

Существующие стандарты, касающиеся защиты работников различных отраслей, не всегда в достаточной мере определяют механические воздействия, которым могут подвергаться защитные перчатки и рукавицы. К примеру, ударные механические воздействия могут варьироваться по своей силе и характеру, и наличие утверждений, что перчатки предназначены лишь для защиты от «минимальных рисков», может оставлять открытыми вопросы о границах допустимых нагрузок и типах защитных воздействий. В производственных условиях, где работник подвергается риску ударов от инструментов, в данном аспекте оказывают влияние разные параметры, такие как вес и форма инструмента, а также способ его применения. Например, удар от молотка или другого тяжелого инструмента может существенно различаться по механическому воздействию. Поэтому понимание силы удара и её влияния на защитные свойства перчаток или рукавиц имеет принципиальное значение для безопасной работы. В настоящее время одним из самых распространенных способов измерения механических свойств тканей выступает использование системы KES в сочетании со стандартом ASTM D 4032, позволяющий приближенно моделировать поведение защитной одежды при реальных условиях эксплуатации. Данный способ, путем оценивания соотношения испытаний на изгиб и воздействий ударов позволяет сформулировать количественные характеристики, которые основываются на реальных данных о реакции материалов на поражающее воздействие. Искусственный интеллект призван помочь в классификации и категоризации этих воздействий. Используя GAN и CNN, появляется возможность создать базы данных, содержащие изображения и данные о различных механических ударах, и откалибровать модели для прогнозирования их воздействия на защитную одежду. Это откроет перед производителями возможность разрабатывать более эффективное и безопасное защитное снаряжение, основываясь на четких и заранее определенных критериях. В рамках дополнительной гарантии уровня защитных свойств специальной одежды, применение искусственного интеллекта также позволит проводить симуляционные исследования, в которых появится возможность моделировать взаимодействие различных видов защитной одежды с реальными механическими воздействиями. Данное решение приведет к существенному сокращению времени и ресурсов, затрачиваемых на физические испытания, позволяя производителям более точно калибровать материалы и конструкции защитных изделий на основе данных, полученных от прогнозирующих моделей.

Использование методов искусственного интеллекта, таких как GAN и CNN, открывает новые горизонты в области оценки и прогнозирования свойств специальной защитной одежды. Данная мера позволит приблизить качество специальной защитной одежды к стандартам безопасности, путем создания более качественных и надежных изделий, эффективно защищающих работников от разнообразных рисков, включая не всегда четко определенные механические нагрузки. Данный метод позволяет оценить не только жесткость, но и способность материала к деформации, что имеет первостепенное значение при выборе защитной одежды для работников. Таким образом, методология оценки, основанная на стандартах и современных контрольно-измерительных системах, способствует не только улучшению качества защитной одежды, но и повышению уровня

безопасности на производственных местах, где используются ручные инструменты. Кроме того, внедрение нейронных сетей в создание базы для автоматизации оценки свойств специальной защитной одежды представляет собой значительный шаг вперед для текстильной промышленности. Применение машинных испытаний в совокупности с искусственным интеллектом может кардинально улучшить не только эффективность, но и точность процессов, позволяя получать более детальные и надежные результаты. Таким образом, исследование и внедрение данных технологий в области оценки защитных свойств одежды станет важным этапом в обеспечении безопасности на рабочих местах и повысит общий уровень качества защитной продукции.

#### ЛИТЕРАТУРА

4. Шкарпицкий А.Н. Использование нейронных сетей для разработки текстильных композиций. // Молодые учёные – развитию Национальной технологической инициативы (ПОИСК). Иваново: ИВГПУ, 2023;
5. Нехорошкина М.С. Методика экспериментального определения потери энергии в ткани, расположенной между взаимно ударяющимися телами/ М.С. Нехорошкина, А.С. Михайлов// Вестник КГТУ, 2013 , №2(31). С. 46-48;
6. Аллямов, Р. Р. Повышение эффективности обеспечения работников средствами индивидуальной защиты / Р. Р. Аллямов, А. В. Бельцева, А. И. Самсонова // Современные тенденции развития науки и техники: теория, методология, практика : материалы XVII Всероссийской научно-практической конференции, Ростов-на-Дону, 22 июля 2023 года / Автономная некоммерческая организация «Национальный исследовательский институт дополнительного профессионального образования» (АНО «НИИ ДПО»). – Ростов-на-Дону: Общество с ограниченной ответственностью "Издательство "Манускрипт", 2023. – С. 180-181. – EDN LAPVQW.
7. GAN: руководство для новичков. Neurohive. URL: <https://neurohive.io/ru/osnovy-data-science/gan-rukovodstvo-dlja-novichkov/> (дата обращения: 29.09.2024).
8. The Neural Network Zoo: Семейство нейронных сетей. Tproger. URL: <https://tproger.ru/translations/neural-network-zoo-1/> (дата обращения: 29.09.2024).

**ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМЫ  
АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ГРАФИЧЕСКИХ ТЕКСТИЛЬНЫХ  
КОМПОЗИЦИЙ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СПЕЦОДЕЖДЫ 4 КЛАССА ЗАЩИТЫ**

**ECONOMIC JUSTIFICATION OF THE USE OF THE AUTOMATION SYSTEM FOR  
DESIGNING GRAPHIC TEXTILE COMPOSITIONS FOR THE PRODUCTION OF  
SPECIAL CLOTHING OF PROTECTION CLASS 4**

А.И. Самсонова<sup>1</sup>, И.А. Суворов<sup>1</sup>, Р.Р. Аллямов<sup>2</sup> Ю.В. Бельцев<sup>3</sup>  
A.I. Samsonova<sup>1</sup>, I.A. Suvorov<sup>1</sup>, R.R. Allymov<sup>2</sup>, Yu.V. Beltsev<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Ивановский государственный химико-технологический университет

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

<sup>3</sup>Ивановский государственный политехнический университет

<sup>1</sup>Ivanovo State University of Chemistry and Technology

<sup>2</sup>Ivanovo Fire Rescue Academy of State Firefighting Service of Ministry of Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters

<sup>3</sup>Ivanovo State Politechnical University

E-mail: alenyshka.2016.samsonova@mail.ru, unsuvorov@gmail.com,  
harley-davison47@mail.ru, silur37rus@mail.ru

Статья посвящена экономическому обоснованию применения нейросетевых технологий в процессе автоматизации производства специальной защитной одежды 4 класса, которая обеспечивает максимальную степень защиты работников в условиях экстремальных воздействий. Ключевые характеристики данной одежды, включают теплозащиту и устойчивость к химическим веществам. Особенное значение имеют способности материалов, используемых в производстве специальной защитной одежды 4 класса выдерживать низкие температуры и агрессивные химические среды. Современные реалии производства требуют внедрения новых технологий и оптимизации процессов для повышения эффективности работы. В данном контексте система автоматизации проектирования графических текстильных композиций становится важным инструментом, способствующим не только повышению качества продукции, но и оптимизации затрат.

**Ключевые слова:** специальная защитная одежда, защита работников, уровень защиты, F1-мера, автоматизация.

The article is devoted to the economic justification of the use of neural network technologies in the process of automating the production of special protective clothing of class 4, which provides the maximum degree of protection for workers in extreme conditions. Key characteristics of this clothing include thermal protection and resistance to chemicals. Of particular importance are the ability of materials used in the production of special protective clothing of class 4 to withstand low temperatures and aggressive chemical environments. Modern production realities require the introduction of new technologies and process optimization to improve work efficiency. In this context, the automation system for the design of graphic textile compositions becomes an important tool that helps not only improve product quality, but also optimize costs.

**Keywords:** special protective clothing, worker protection, protection level, F1 measure, automation.

Специальная защитная одежда (спецодежда) представляет собой важный аспект безопасности на рабочих местах, особенно в производственных и специализированных сферах деятельности. Эта одежда предназначена для защиты работников от различных неблагоприятных условий, включая химические вещества, низкие температуры и механические повреждения [1]. Классификация защитной одежды осуществляется на основе ее защитных свойств и охватывает уровни от 1 до 4. Уровень 4 является наивысшим и подразумевает максимальную степень защиты, что делает его особенно ценным для работников, подвергающимся сильным воздействиям неблагоприятных условий. Защитная одежда 4 класса охватывает несколько ключевых аспектов, связанных с холодом, влажностью и химическим воздействием. В силу своей конструкции и применения, такая

одежда должна отвечать суровым требованиям, как в плане теплозащиты, так и защиты от агрессивных сред:

1. Теплозащита: Спецодежда 4 класса разработки предназначена для регуляции температурных изменений и противостояния сильным морозам. В таких условиях температура может опускаться до -25 градусов Цельсия и ниже, часто в сопровождении сильных ветров, что значительно увеличивает риск переохлаждения. Для защиты от таких явлений 4 класс одежды дополняется ветро- и теплозащитными элементами. Используемые материалы обладают высокой теплоизоляцией, а также способностью отводить влагу, что предотвращает переохлаждение;

2. Защита от воздействия агрессивных веществ: В производственных условиях, где работники сталкиваются с химическими веществами, одежда 4 класса должна обеспечивать полный барьер против высококонцентрированных кислот, щелочей и других агрессивных химических составов. Данная спецодежда изготавливается из материалов, обладающих высокой стойкостью к химическим воздействиям, и конструируется таким образом, чтобы минимизировать возможность проникновения веществ под одежду;

3. Комфорт и функциональность: помимо требований к защитным свойствам, условия использования защитной одежды 4 класса, не позволяют игнорировать ее эргономичность. Следовательно, при ее разработке применяются современные концепции, учитывающие анатомические особенности человеческого тела. Это позволяет минимизировать ограничение движений и повышает общую работоспособность. Элементы конструкции, такие как вентиляционные отверстия, регулируемые манжеты и светоотражающие полосы, делают такую одежду более удобной и безопасной в использовании.

Производство специальной защитной одежды 4 класса имеет критически важное значение для обеспечения безопасности работников, особенно в экстремальных условиях эксплуатации. Высокие требования к защитным свойствам, комфорт и функциональность делают такую одежду незаменимой в ряде отраслей, где риск травматизма и воздействия неблагоприятных факторов особенно высок.

Перейдя к анализу производственных процессов для изготовления спецодежды 4 класса защиты, одной из ключевых задач стало определение подходящих метрик для оценки производительности и эффективности моделей автоматизации. Проведенный анализ различных метрик на тренировочных и тестовых наборах данных показал, что F1-мера является наиболее адекватной для данной задачи [2]. Она позволяет обеспечить баланс между точностью и полнотой, позволяя нам выявлять как сильные, так и слабые стороны моделей.

Использование F1-меры как основной метрики открывает возможность не только оценить текущую производительность нейронной сети, но и вносить необходимые корректировки в процесс её эксплуатации. Это, в свою очередь, критически важно для оптимизации алгоритмов проектирования текстильных композиций, так как позволит минимизировать вероятность ошибок, связанных с неправильным распознаванием или обработкой графических элементов. Основу представляемого стартап-проекта представляют обоснованные экономические затраты [3], которые включают выплату заработной платы и вознаграждений физическим лицам по договорам гражданско-правового характера в размере 703 300,49 руб. и дополнительные прочие расходы, связанные с реализацией проекта, составившие 51 391,42 руб. Эти затраты подтверждают необходимость и целесообразность внедрения автоматизированной системы проектирования.

Эффективная автоматизация позволяет снизить время на проектирование, что в свою очередь уменьшает затраты на оплату труда и повышает производительность. Учитывая, что спецодежда 4 класса защиты требует соблюдения строгих стандартов качества, автоматизация может существенно снизить риски при создании новых комплектаций.

Таким образом, применение системы автоматизации проектирования графических текстильных композиций для производства спецодежды 4 класса защиты обосновано не только с технической, но и с экономической точки зрения. Выбор F1-меры в качестве

основной метрики обеспечит глубокий анализ алгоритмов и позволил оптимизировать процесс их реализации. Это, в свою очередь, поможет гарантировать высокое качество конечного продукта, минимизируя затраты и повышая эффективность всего производственного процесса. Инвестиции в автоматизацию окупятся за счет увеличения производительности и снижения критических ошибок при проектировании.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Аллямов, Р. Р. Повышение эффективности обеспечения работников средствами индивидуальной защиты / Р. Р. Аллямов, А. В. Бельцева, А. И. Самсонова // Современные тенденции развития науки и техники: теория, методология, практика : материалы XVII Всероссийской научно-практической конференции, Ростов-на-Дону, 22 июля 2023 года / Автономная некоммерческая организация «Национальный исследовательский институт дополнительного профессионального образования» (АНО «НИИ ДПО»). – Ростов-на-Дону: Общество с ограниченной ответственностью "Издательство "Манускрипт", 2023. – С. 180-181. – EDN LAPVQW;
2. Шкарпицкий А.Н. Использование нейронных сетей для разработки текстильных композиций. // Молодые учёные – развитию Национальной технологической инициативы (ПОИСК). Иваново: ИВГПУ, 2023;
3. Исследование проблем и моделирование повышения устойчивости системы функционирования объектов экономики в условиях чрезвычайных ситуаций / П. В. Данилов, А. К. Кокурин, М. А. Козлова, А. В. Макарова // Актуальные вопросы организации управления в РСЧС: Сборник научных трудов / Составитель С.В. Горинова. Том Выпуск 5. – Иваново: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ивановская пожарно-спасательная академия Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий», 2020. – С. 12-19. – EDN QABURB.

## **ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА РЕГУЛИРОВАНИЯ НАТЯЖЕНИЯ НИТИ НА ОСНОВЕ НЕЙРОСЕТЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

### **INTELLIGENT THREAD TENSION CONTROL SYSTEM BASED ON NEURAL NETWORK TECHNOLOGIES**

А.И. Самсонова, А.О. Аксенова

A.I. Samsonova, A.O. Aksenova

Ивановский государственный химико-технологический университет

Ivanovo State University of Chemistry and Technology

E-mail: alenyshka.2016.samsonova@mail.ru, anastasia.aksyonova03@yandex.ru

**В статье рассматривается проблема автоматизации процесса регулирования натяжения нити в производственных системах с использованием нейросетевых алгоритмов. Описана необходимость повышения точности и адаптивности систем управления за счет применения методов искусственного интеллекта. Предложена интеллектуальная система регулирования натяжения нити, основанная на анализе данных с датчиков и адаптивном управлении с использованием нейросетевых технологий. Приводятся этапы разработки системы, структура программно-аппаратного комплекса, а также описываются перспективы внедрения на предприятиях переработки волокнистых материалов. Ключевые слова: нейросеть, натяжение нити, автоматизация, управление, программно-аппаратная система, легкая промышленность, текстильное производство, адаптивное управление.**

**The article considers the problem of automation of the process of thread tension control in production systems using neural network algorithms. The necessity of increasing the accuracy and adaptability of control systems by using artificial intelligence methods is described. An intelligent system of thread tension control based on the analysis of data from sensors and adaptive control using neural network technologies is proposed. The stages of system development, the structure of the software and hardware complex are given, and the prospects for implementation at enterprises processing fibrous materials are described.**

**Keywords: neural network, thread tension, automation, control, hardware and software system, light industry, textile production, adaptive control.**

Современные производственные системы требуют высокого уровня автоматизации для обеспечения стабильности и точности технологических процессов. Одной из ключевых задач является контроль натяжения нити, особенно в текстильной и легкой промышленности, где даже незначительные отклонения могут приводить к снижению качества продукции. Существующие системы регулирования натяжения нити применяют классические алгоритмы управления, которые зачастую не обладают достаточной адаптивностью и не учитывают динамические изменения технологических процессов. В этой связи актуальным является применение интеллектуальных систем управления, основанных на нейросетевых технологиях, способных анализировать большое количество данных в режиме реального времени и осуществлять коррекцию параметров натяжения нити [1-2].

Несмотря на наличие автоматических систем регулирования натяжения нити в современных станках, эти решения нередко ограничены стандартными алгоритмами управления, которые не всегда способны адекватно реагировать на изменения условий эксплуатации (например, вариации скорости работы станков или физические свойства нити). Эти ограничения делают необходимым развитие более адаптивных и интеллектуальных систем, способных учитывать динамические изменения процессов в реальном времени. В данном контексте внедрение нейросетевых технологий в процесс регулирования натяжения нити может значительно повысить производительность и надежность оборудования, обеспечивая более точный контроль за натяжением [3-4].

Ранее нами были проведены исследования и разработана система автоматического регулирования натяжения нити на основе классических методов управления. В ходе

практических испытаний и эксплуатации устройства мы выявили ряд ограничений существующего подхода, особенно в условиях изменяющихся производственных параметров [5]. Это привело нас к выводу, что использование нейросетевых технологий способно значительно улучшить адаптивность и точность управления. Важно отметить, что на предыдущем этапе нами уже было получено свидетельство на программу для ЭВМ, которая использовалась для управления системой на основе традиционных алгоритмов. В рамках текущей работы мы ставим задачу усовершенствовать данную программу, интегрировав в нее нейросетевые алгоритмы. Это позволит использовать уже существующую аппаратную часть и внедрить интеллектуальное управление в готовые устройства, что ускорит процесс адаптации новых решений на производстве.

Предлагаемая интеллектуальная система регулирования натяжения нити представляет собой программно-аппаратный комплекс, включающий в себя несколько взаимосвязанных компонентов: датчики для измерения натяжения нити, систему определения положения и скорости рабочих органов, а также нейросетевой алгоритм для обработки данных и формирования управляющего воздействия. Основой системы является нейросетевой модуль, который получает данные с датчиков и в реальном времени анализирует их, адаптируя управление в зависимости от текущей фазы технологического процесса. Алгоритмы нейросети обучаются на базе данных, содержащей информацию о предыдущих процессах регулирования натяжения, что позволяет системе предсказывать отклонения и быстро на них реагировать. Математическая модель управления основана на сравнении текущих параметров натяжения с целевыми значениями и корректировке управляющих сигналов с учетом возможных отклонений. Нейросеть позволяет учесть нелинейные зависимости и шумовые воздействия, что значительно повышает точность управления по сравнению с традиционными подходами.

Программная реализация и интеграция.

Программная часть системы реализована с возможностью интеграции с другими элементами производственной линии через API. Это позволяет системе взаимодействовать с внешними модулями контроля и управления, что важно для обеспечения согласованности всех производственных процессов. Архитектура программного обеспечения предусматривает модульность, что позволяет гибко настраивать и адаптировать систему под конкретные условия эксплуатации.

Для создания полной системы интеллектуального регулирования (рис. 1) натяжения нити необходимо пройти несколько этапов:

– формирование базы данных для обучения нейросетевых алгоритмов. Необходимо собрать данные о процессах натяжения нити на различных станках, включая измерения с датчиков и параметры работы оборудования;

– разработка нейросетевого модуля. После формирования базы данных проводится обучение и тестирование нейросети на основе реальных данных, что позволяет создать эффективную систему прогнозирования и адаптивного управления.

– интеграция с аппаратной частью. Разработка и тестирование алгоритмов управления требует тщательной интеграции с датчиками и исполнительными механизмами оборудования для обеспечения точного контроля над натяжением;

– верификация и тестирование на производственных объектах. Система тестируется на реальных предприятиях для оценки ее производительности и корректировки параметров управления.

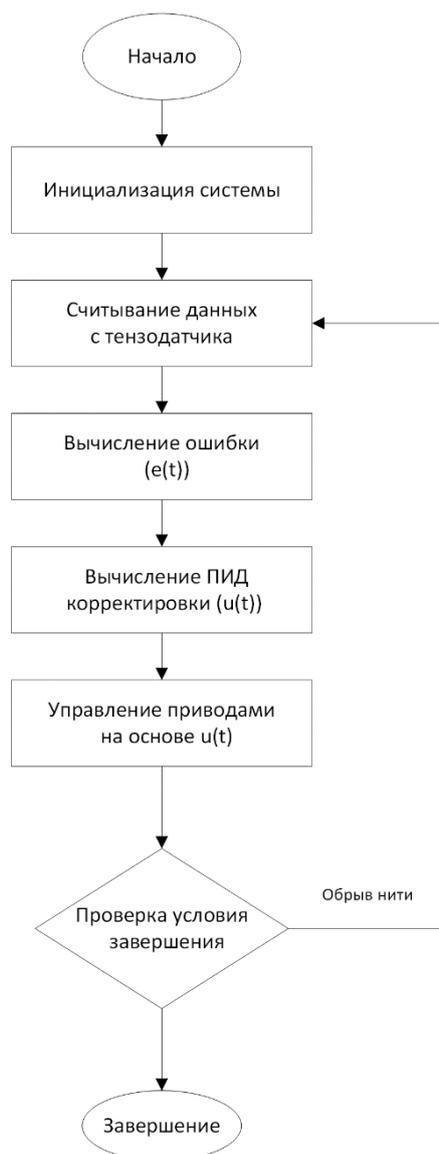


Рис. 1. Схема функционирования системы

Предлагаемая система позволяет значительно повысить точность и надежность управления натяжением нити, что ведет к улучшению качества продукции и повышению производительности производственных линий. Интеллектуальная система регулирования натяжения нити с нейросетевыми алгоритмами имеет потенциал для широкого применения на предприятиях, занимающихся переработкой волокнистых материалов, что может существенно повысить конкурентоспособность отечественного оборудования на мировом рынке.

Применение нейросетевых технологий для автоматизации процессов регулирования натяжения нити является перспективным направлением, способным изменить подход к управлению производственными системами в текстильной промышленности. Внедрение таких решений позволит значительно повысить эффективность производственных процессов, улучшить качество продукции и сократить издержки за счет повышения точности управления.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Морозов Хосровян И.Г. Совершенствование технологического процесса разрыхления текстильных отходов / И.Г. Хосровян, А.А. Жукова, Г.А. Хосровян // Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоемкие технологии и материалы (SMARTEX2023):

- сборник материалов XXVI международного научно-практического форума – Иваново, 2023. – С. 205-207.
2. Хосровян И.Г. Совершенствование технологического процесса регенерации волокон с использованием разработанного оборудования/И.Г. Хосровян, С.А. Родионов, Р.Р.
  3. Алешин, Г.А. Хосровян// Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоемкие технологии и материалы (SMARTEX-2023): сборник материалов XXVI международного научно-практического форума – Иваново, 2023. – С. 208-212. 224
  4. Пат. 2471897 Российская Федерация. Способ получения многослойных волокнистых материалов и устройство для его осуществления / Г.А. Хосровян, А.Г. Хосровян, Т.Я. Красик, И.Г. Хосровян, Т.В. Жегалина.–Опубл. 10.01.2013. Пат. 2595992 Российская Федерация. Способ получения многослойных волокнистых материалов и устройство для его осуществления / Г.А. Хосровян, А.Г. Хосровян, Т.Я. Красик, М.А. Тувин, И.Г. Хосровян.– Опубл. 05.08.2016.
  5. Родионов С.А. Инновационные разработки теории и технологии производства одиночной и крученой пряжи с содержанием льноволокна /С.А. Родионов, А.Г. Хосровян, А.А. Жукова, И.Г. Хосровян, Р.Р. Алешин, Г.А. Хосровян// // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2022. – №4. – С. 96-108.

## НЕЙРОСЕТЕВЫЕ МЕТОДЫ ПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ ГЕНЕРАЦИИ ФОРМ И КОНСТРУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ТЕКСТИЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ

### NEURAL NETWORK METHODS OF PARAMETRIC GENERATION OF FORMS AND STRUCTURAL ELEMENTS OF TEXTILE PRODUCTS

А.И. Самсонова, А.О. Аксенова

A.I. Samsonova, A.O. Aksenova

Ивановский государственный химико-технологический университет

Ivanovo State University of Chemistry and Technology

E-mail: alenyshka.2016.samsonova@mail.ru, anastasia.aksonova03@yandex.ru

В современных условиях текстильная промышленность сталкивается с необходимостью внедрения инновационных технологий, которые могут ускорить процессы проектирования и производства, повысить их гибкость и адаптивность. Одним из наиболее перспективных направлений является использование нейросетевых методов для автоматизации создания форм и конструктивных элементов текстильных изделий. Традиционные методы разработки одежды требуют значительных временных и материальных затрат, особенно при необходимости внесения изменений или создания уникальных моделей. Нейросетевые технологии, в частности параметрическая генерация, позволяют автоматизировать процесс создания текстильных форм и элементов, обеспечивая высокую точность и вариативность. Использование методов глубокого обучения в этой области может привести к значительному ускорению проектирования и увеличению точности обработки данных. Это особенно важно в условиях индивидуализации и кастомизации продукции, что становится ключевым трендом в индустрии моды и текстиля.

Ключевые слова: нейросеть, автоматизация, легкая промышленность, текстильное производство.

In modern conditions, the textile industry is faced with the need to implement innovative technologies that can speed up the design and production processes, increase their flexibility and adaptability. One of the most promising areas is the use of neural network methods to automate the creation of forms and structural elements of textile products. Traditional methods of clothing development require significant time and material costs, especially when it is necessary to make changes or create unique models. Neural network technologies, in particular parametric generation, allow you to automate the process of creating textile forms and elements, ensuring high accuracy and variability. The use of deep learning methods in this area can lead to a significant acceleration of design and an increase in the accuracy of data processing. This is especially important in the context of individualization and customization of products, which is becoming a key trend in the fashion and textile industry.

Keywords: neural network, automation, light industry, textile production.

Предыдущие шаги в разработке

На первом этапе проекта основное внимание было уделено созданию текстильных композиций с помощью генеративных нейронных сетей. Модели обучались на обширных наборах данных, содержащих различные текстильные узоры, чтобы изучить стилистику, структуру и цветовые палитры. Это позволило автоматизировать процесс создания рисунков, значительно ускорив этап разработки дизайнов [1-2].

Ранее нами протестированы несколько архитектур нейросетей (рис.1), таких как вариационные автоэнкодеры (VAE) и генеративные состязательные сети (GAN), которые показали отличные результаты в создании сложных и уникальных текстильных композиций. Эти решения позволили нам автоматизировать и разнообразить дизайн, делая его более гибким в зависимости от запросов пользователей [3-4].

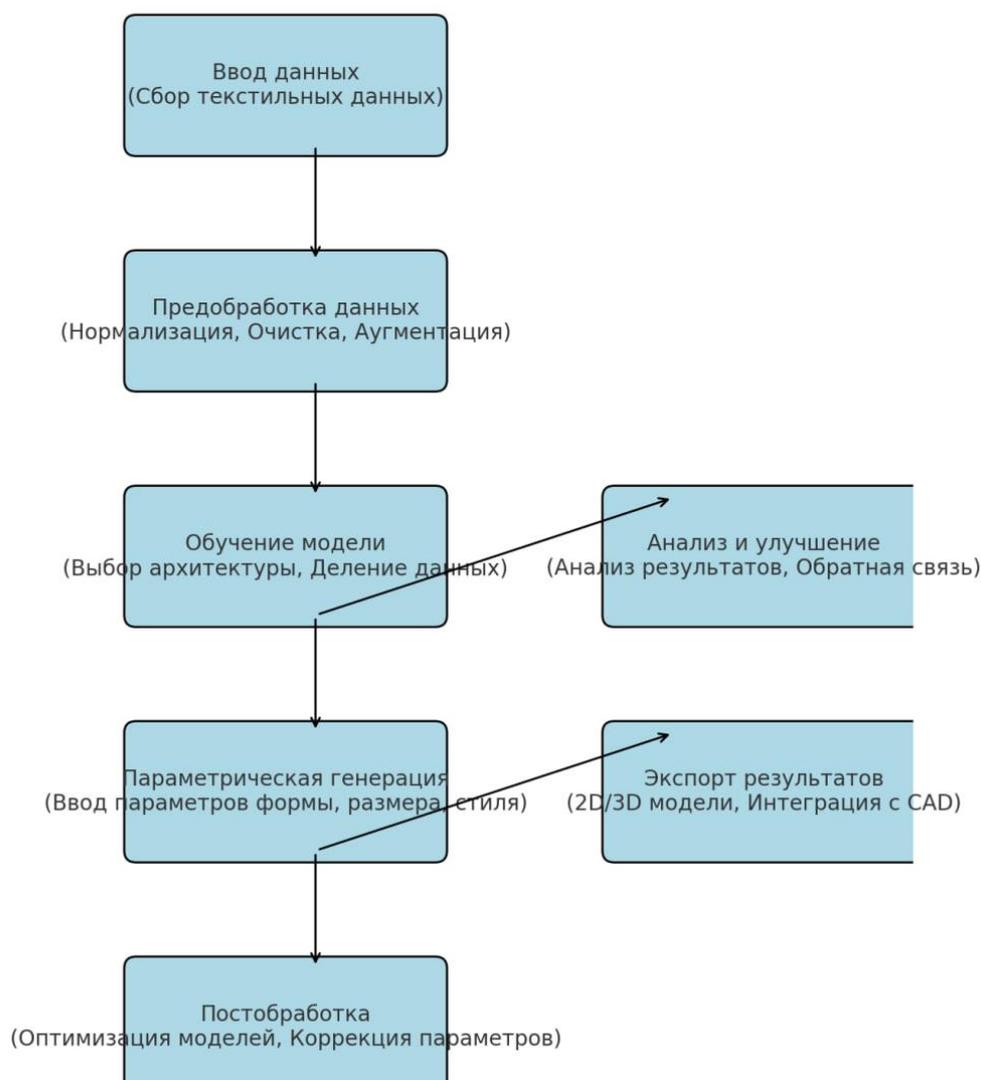


Рис. 1. Схема функционирования системы

Следующим шагом является развитие приложения для создания не только текстильных рисунков, но и более сложных структур — силуэтов и форм деталей одежды. Основная цель — предоставить дизайнерам инструмент для генерации трехмерных форм, которые можно будет легко кастомизировать с учетом различных параметров: размера, пропорций, формы и других характеристик. Параметрическая генерация позволит не просто предложить разнообразные элементы, но и адаптировать их к конкретным требованиям производственного процесса и особенностям тканей [5].

Для достижения этой цели планируется интеграция методов машинного обучения с модульным подходом к моделированию форм. В частности, использование нейронных сетей для анализа уже существующих силуэтов одежды и их последующей генерации с учетом множества параметров, таких как функциональность, эстетика и производственные ограничения.

Преимущества и перспективы:

– переход к параметрической генерации силуэтов деталей имеет несколько ключевых преимуществ;

- гибкость в дизайне: Пользователи смогут изменять различные параметры формы и структуры, создавая уникальные и адаптивные изделия;
- оптимизация процесса производства: Автоматизация этапа генерации деталей поможет сократить время на разработку и подготовку к производству;
- интеграция с САД-системами: В дальнейшем возможно соединение с системами автоматизированного проектирования (САД), что обеспечит полный цикл проектирования от генерации идеи до подготовки деталей для пошива;

Дальнейшее развитие приложения с интеграцией параметрической генерации силуэтов откроет новые горизонты в области текстильного дизайна и производства. Наш проект уже прошел важные этапы, и теперь впереди стоит задача создания еще более интеллектуальных и адаптивных инструментов для профессионалов в индустрии. В перспективе такое приложение будет полезно не только для дизайнеров, но и для инженеров-технологов, работающих над оптимизацией производственных процессов в текстильной индустрии.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. РБК Тренды [Электронный ресурс]: как пользоваться Midjourney: команды, настройки и примеры. 2023. URL: <https://trends.rbc.ru/trends/industry/63e0d08f9a7947342f156b9b> (дата обращения: 10.03.2023).
2. VC [Электронный ресурс]: Как использовать нейросеть Midjourney. 2023. URL: <https://vc.ru/s/1420039-neyroseti/614849-kak-ispolzovat-neyroset-midjourney-besplatnoonline> (дата обращения: 10.03.2023).
3. FashionGAN [Электронный ресурс]: FashionGan generates using ML to generate original Fashion peices. 2023. URL: <https://github.com/WillReynolds5/FashionGAN> (дата обращения: 20.03.2023).
4. Liu, Z., Luo, P., Wang, X., & Tang, X. (2015). Deep learning face attributes in the wild. Proceedings of the IEEE international conference on computer vision, 3730-3738.
5. Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). Deep learning. MIT Press.

## **РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОЦИФРОВКИ ДВИЖЕНИЙ ЧЕЛОВЕКА ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ТРЕХМЕРНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОДЕЖДЫ**

### **DEVELOPMENT OF A TECHNIQUE FOR DIGITIZING HUMAN MOVEMENTS FOR THE PURPOSES OF THREE-DIMENSIONAL CLOTHING DESIGN**

М.М. Смирнов, Н.Р. Смирнова, А.А. Щанцева, О.В. Сурикова  
M.M. Smirnov, N.R. Smirnova, A.A. Shantseva, O.V. Surikova

Ивановский государственный политехнический университет  
Ivanovo State Polytechnic University  
E-mail: ola\_surikova@mail.ru

**В исследовании предложена методика оцифровки движений человека для целей трехмерного проектирования одежды и создания виртуальных дефиле. Предлагаемая методика не требует специализированного оборудования и дорогостоящего программного обеспечения.**

**Ключевые слова:** трехмерное проектирование, аватар, ротоскопия, оцифровка движения.

**The study proposes a technique for digitizing human movements for the purposes of three-dimensional clothing design and creating virtual fashion shows. The proposed method does not require specialized equipment and expensive software.**

**Keywords:** three-dimensional design, avatar, rotoscoping, digitization of motion.

Трехмерное проектирование одежды по праву стало необходимым этапом дизайна и конструирования одежды [1,2]. Использование систем трехмерного проектирования одежды позволяет провести отработку формы и пропорций моделей в виртуальной среде, не вкладывая средства в приобретение материалов и оплату услуг портных и раскройщиков. Трехмерная среда позволяет создавать виртуальные дефиле, которые полностью могут заменить реальные модные показы.

Целью настоящей работы является разработка методики оцифровки движений человека. Для захвата движения человека существует несколько технологий:

- с использованием мок-ап костюмов и специализированного программного обеспечения;
- с использованием стереофотограмметрии и последующей обработки в специализированном программном обеспечении;
- с использованием техники, оснащенной LiDAR.

Перечисленные методы имеют существенные недостатки:

- высокая стоимость;
- высокая трудоемкость работ;
- из-за санкций профессиональное оборудование и программное обеспечение не доступно на Российском рынке.

Для решения поставленной задачи по оцифровке движений в настоящей работе предложена методика оцифровки движений человека, включающая:

- 1) съемку движений человека фотокамерой;
- 2) подготовку видеосъемки к последующей оцифровке;
- 3) оцифровку движений человека с использованием нейросети;
- 4) корректировку движений человека в специализированном программном обеспечении.

Для съемки движений человека использовали фотостудию ИВГПУ, в которой размещен белый фотофон и циклограмма. Съемка движений моделей выполнялась на фотоаппарат. Для съемки были приглашены профессиональные модели из модельного агентства ИВГПУ. Выполнена съемка наиболее типичных для модных дефиле движений,

поворотов, как в статике, так и в динамике. Для лучшего распознавания движения человека использован специальный костюм: включающий в себя плотно облегающие леггинсы и логслив черного цвета с нанесенными на них белыми маркерами, которые обозначали расположение основных антропометрических точек на теле моделей. Белые маркеры необходимы для более точной ротологии при оцифровке движений нейросетью и располагались в следующих местах (рис.1):

- плечевые точки;
- верхнегрудинная точка;
- Передняя точка талии;
- точка уровня обхвата запястья спереди;
- наивысшие гребешковые точки;
- коленные точки;
- высшие точки стопы спереди.

В ходе съемки было получено около 40 вариантов движений.

Для последующей оцифровки весь отснятый видеоматериал разделили на небольшие ролики, каждый из которых содержал только одно движение модели. Такое деление необходимо не только для последующей оцифровки, но и для дальнейшего использования цифровых движений. Для создания цифрового дефиле можно будет выбирать несколько движений для формирования сложной траектории цифрового модного показа или для организации движений аватара в мушн роликах или видео играх.



Рис.1 Фрагменты видеосъемки движений моделей в специальном костюме с антропометрическими точками

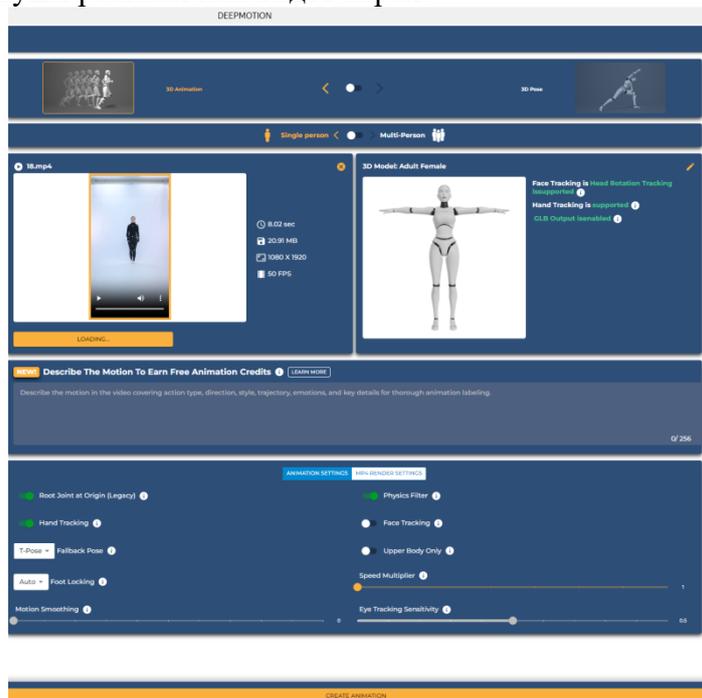


Рис.2 Окно загрузки анимации и подготовка ее к оцифровке в программе Deermotion

Для оцифровки движение человека использована нейросеть DEERMOTION (portal.deermotion.com). Работа содержит следующие этапы:

- загрузка видео на платформу portal.deermotion.com;
- установка настроек анимации: отслеживание конечностей, исходная Т-поза, отслеживание коревого сустава; и создание анимации (рис. 2);

- проверка созданной анимации и при необходимости корректировка ее в режиме ретоскопии (рис.3);
- сохранение движения в fbx формате (рис. 4).

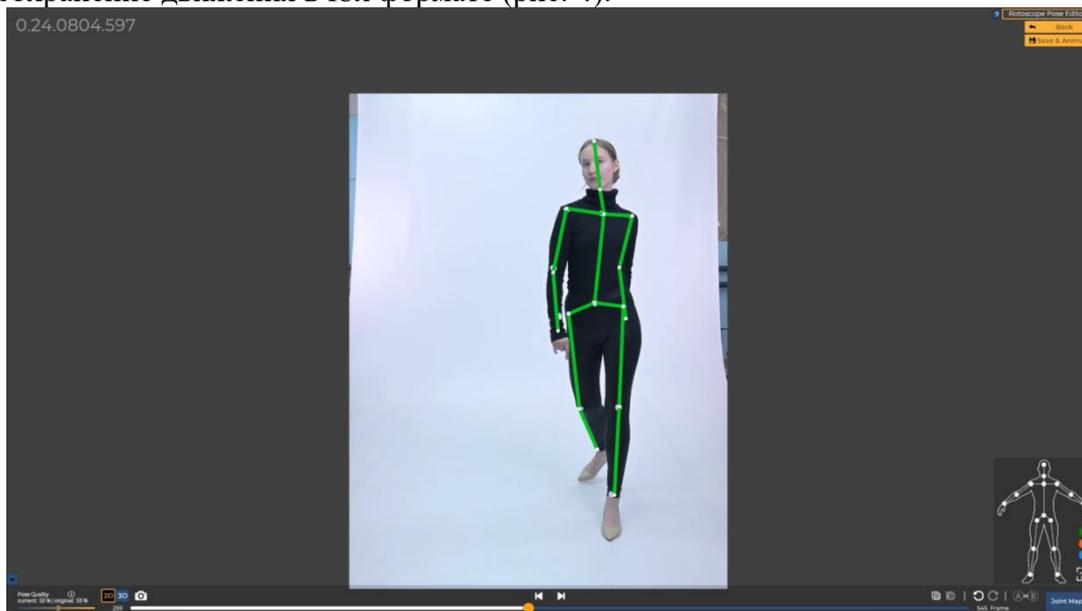


Рис. 3. Корректировка расположения антропометрических точек после оцифровки движения в программе Deepmotion

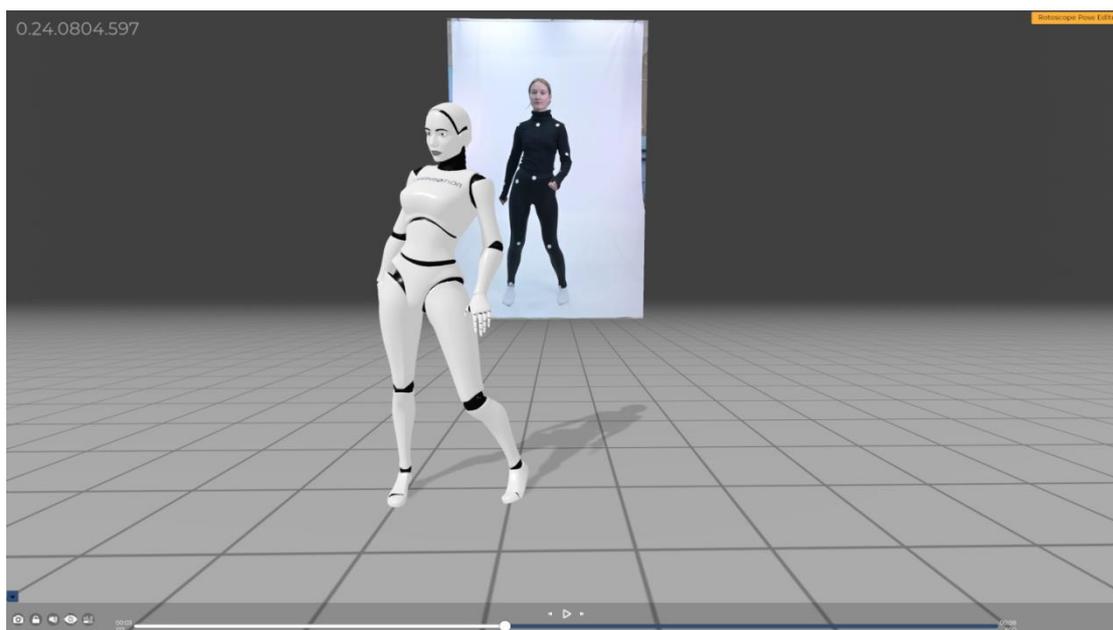


Рис. 4. Результат оцифровки движения в программе Deepmotion

Для корректировки оцифрованных движений использовано программное обеспечение фирмы REALLUSION: Character Creator 4.0 и IClone 8.0. Для этого выполняют следующие действия:

- импорт файла в формате fbx в программу Character Creator 4.0,
  - выполнение риггинга (назначение костей для аватара),
  - импорт движения на аватара с костями,
  - экспорт файла в программу IClone 8.0;
  - в программе IClone 8.0 выполняют корректировку движений аватара, например, удаление скольжения ног, дрожания конечностей, коллизии поверхностей и др;
  - экспорт файла движения в usd и fbx форматы.
- Достоинствами разработанной методики является:

- не высокая стоимость;
- хорошее качество оцифрованных движений человека;
- применимость полученных оцифрованных движений для использования в цифровом проектировании одежды, гейм дизайне и для создания моушн роликов.
- средняя трудоемкость работ;
- использование программного обеспечения и оборудования, доступного в Российской Федерации.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. И.А. Петросова, Е.Г. Андреева, Е.А. Шипилова, Д.Н. Гогузев Методика оценки качества посадки одежды на фигуре с помощью искусственного интеллекта// Известия вузов. Технология текстильной промышленности. 2024. №2, с. 149-158.
2. А.Ю. Москвин, М.А. Москвина , В.Е. Кузьмичев Формообразование цифровых двойников малообъемной одежды// Известия вузов. Технология текстильной промышленности. 2023. №2, с. 138-147.

## СРАВНЕНИЕ СПОСОБОВ ОБРАЗОВАНИЯ КОМПЛЕКСА АКТИВНОГО ВЕЩЕСТВА С $\beta$ -ЦИКЛОДЕКСТРИНОМ ДЛЯ ПОСЛЕДУЮЩЕГО ПЕРЕНОСА НА ВОЛОКНО

### COMPARISON OF METHODS OF FORMING A COMPLEX OF AN ACTIVE SUBSTANCE WITH $\beta$ -CYCLODEXTRIN FOR SUBSEQUENT TRANSFER TO FIBER

А.А. Соловьёва, З.А. Константинова, А.А. Токарева, Е.Л. Владимирцева  
A.A. Solovyova, Z.A. Konstantinova, A.A. Tokareva, E.L. Vladimirtseva

Ивановский государственный химико-технологический университет  
Ivanovo State University of Chemistry and Technology  
E-mail: mironova.anna05@mail.ru

В работе проведено сравнение методов получения комплекса «гость-хозяин» АВ- $\beta$ -CD - перемешивание, растирание и соосаждение - с целью выбора наиболее оптимального с точки зрения получения устойчивого соединения и последующей иммобилизации его на волокнистом материале. Доказано, что наиболее пригодными для применения в текстильной химии способами получения комплексного соединения, в котором «хозяином» является  $\beta$ -циклодекстрин являются методы перемешивания и растирания.

Ключевые слова: комплексообразование, активные вещества, гидроксипропил- $\beta$ -циклодекстрин, Судан III.

The work compares methods for obtaining the guest-host complex АВ- $\beta$ -CD - mixing, grinding and coprecipitation - in order to select the most optimal one from the point of view of obtaining a stable compound and its subsequent immobilization on a fibrous material. It has been proven that the most suitable methods for use in textile chemistry for obtaining a complex compound in which  $\beta$ -cyclodextrin is the "host" are the methods of mixing and grinding.

Key words: complexation, active substances, hydroxypropyl- $\beta$ -cyclodextrin, Sudan III.

Текстильная промышленность постоянно ищет пути улучшения качества жизни человека, фокусируясь на модификации свойств материалов. Одной из ключевых задач является создание тканей, способных защищать от вредных воздействий, таких как патогенная микрофлора. Другой важный аспект - повышение долговечности материалов, что достигается защитой волокон от биодеструкции.

Один из путей решения этих задач - надежное закрепление активных веществ (АВ) на волокне при максимальном сохранении их функционала. Проблема заключается в том, что АВ часто теряют свою активность при прочном закреплении на волокне или же, наоборот, слабо удерживаются, быстро теряя свою эффективность.

Одним из перспективных решений этой проблемы является создание комплексных соединений типа «гость-хозяин» с использованием макроциклических рецепторов. Такие соединения позволяют создать прочную связь между АВ и волокном, при этом не блокируя активные центры АВ.

Среди синтетических макроциклических рецепторов для этого больше всего подходят циклодекстрины (CD). CD - это природные циклические олигосахариды, состоящие из 6, 7 или 8 остатков глюкозы, соединенных  $\alpha$ -(1 $\rightarrow$ 4)-гликозидными связями.

В зависимости от количества глюкозных остатков CD различаются по размеру полости, образующейся в центре молекулы. Эта полость обладает гидрофобным характером и способна образовывать комплексы включения с различными молекулами, в том числе с АВ.

Помимо способности создавать прочные комплексы с АВ, CD обладают рядом преимуществ, делающих их идеальными кандидатами для использования в текстильной промышленности:

– Биосовместимость - CD не токсичны и биоразлагаемы, что делает их экологически безопасными.

– Низкая стоимость -CD получают из крахмала, что позволяет снизить стоимость их производства.

– Способность к модификации -CD можно модифицировать, чтобы повысить их функциональность и настроить их для работы с конкретными АВ.

Разработка и внедрение технологий нанесения CD на волокно позволит создать новые типы тканей с улучшенными функциональными свойствами, увеличить срок эксплуатации материалов и обеспечить более высокий уровень комфорта и безопасности для человека.

Цель настоящего исследования заключалась в выборе метода получения комплексных соединений  $\beta$ -циклодекстрина с различными активными веществами для последующего переноса его на текстильный материал.

В научной литературе описано множество методов получения комплексов на основе циклодекстринов, однако для текстильной отрасли на наш взгляд наиболее перспективными считаются методы перемешивания (I), растирания (II) и соосаждения (III) [1-3].

Метод растирания основан на механическом смешивании CD и гостя в твердом состоянии. При этом происходит образование комплексов за счет взаимодействия между молекулами. Данный метод прост в реализации и не требует специального оборудования, что делает его привлекательным для промышленного применения.

Метод соосаждения предполагает совместное осаждение CD и гостя из раствора. При этом формирование комплекса происходит в процессе кристаллизации. Преимущества этого метода - более высокая степень чистоты получаемого продукта и возможность получения комплексов с определенным соотношением CD и «гостя».

Метод перемешивания является наиболее простым и позволяет наиболее равномерно распределить активное вещество по полостям «хозяин». В ходе экспериментов метод перемешивания реализовали 2 способами – низкоскоростного перемешивания 50-60 об./мин (Ia) и ультразвуковой гомогенизации с частотой 22 кГц и мощностью 600 Вт.

В работе проведено сравнение этих методов с целью выбора наиболее оптимального для получения комплекса «гость-хозяин» АВ-  $\beta$ -CD и иммобилизации его на волокнистом материале.

Для создания комплекса по принципу «гость-хозяин», где «хозяин» -  $\beta$  ЦД, в качестве гостя использовали модельное соединение - жирорастворимый краситель «Судан III» красный, который не растворяется в воде, не имеет сродства к целлюлозному волокну и может быть закреплен на нем только после включения в полость CD. Сравнение проводили по размеру полученных частиц, оцениваемых методом динамического рассеяния света на приборе Photocor Compact-Z, стабильности дисперсий и возможности закрепления их на волокне.

В таблице 1 приведены размеры частиц, полученных различными методами и оценена их стабильности при отстаивании в жидкой среде (дистиллированная вода) в течение 7 сут.

Таблица 1

Размер частиц, полученных при образовании комплекса АВ- $\beta$ CD

Период измерения	Способ образования			
	Перемешивание		Растирание II	Соосаждение III
	Ia	Iб		
Сразу после приготовления	78,96	64,82	3230,00	4560,00
Через 24 ч	109,56	98,14	3232,00	-
Через 168 ч.	1115,43	1108,18	3231,00	-

Из представленных в таблице данных видно, что частицы наибольшего размера получаются при применении метода соосаждения. Однако система в этом случае неустойчива – при отстаивании частицы оседают и могут быть нанесены на текстильный материал только сразу после приготовления, что затрудняет практическое использование этого метода. Наиболее устойчивы частицы, полученные по методу растирания – их размер практически не меняется при отстаивании. Однако эти частицы также имеют большой размер, что хорошо заметно на микрофотографиях, сделанных как в растворе, так и на волокне (рис.1).

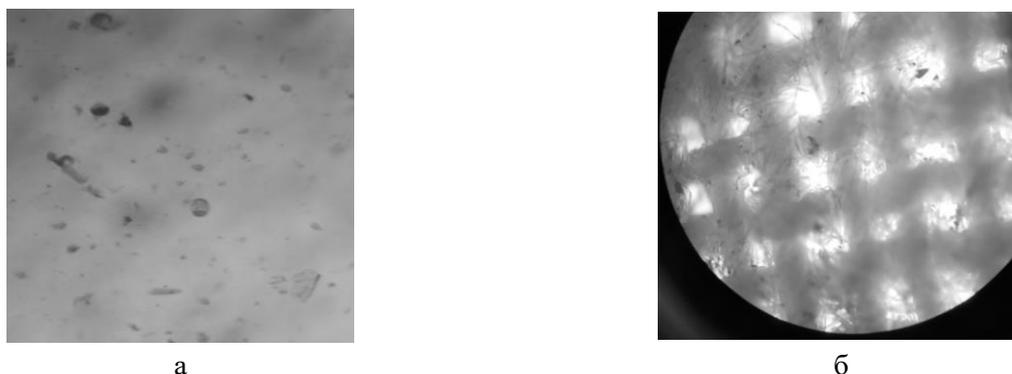


Рис.1. Микрофотография полученного комплекса  $\beta$ -CD + жирорастворимый краситель Судан III а. – в растворе; б. – на волокне

Самые мелкие частицы образуются при применении метода перемешивания, причем размер их меньше при УЗ-гомогенизации. Однако стабильность полученной системы со временем падает, размер частиц увеличивается вследствие их агрегации. Тем не менее именно при использовании этого метода на волокнистом материале был получен равномерный слой закрепленного комплексного соединения.

Таким образом, в ходе проведенных экспериментов установили, что наиболее пригодными для применения в текстильной химии способами получения комплексного соединения, в котором «хозяином» является  $\beta$ -циклодекстрин являются методы перемешивания и растирания. В этих случаях получаем системы, надолго сохраняющие стабильность в растворе и способные равномерно наноситься на текстильный материал.

*Работа выполнена в рамках Государственного задания на выполнение НИР, тема № FZZW-2023-0008 с использованием ресурсов Центра коллективного пользования научным оборудованием ИГХТУ (при поддержке Минобрнауки России, соглашение № 075-15-2021-671).*

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Тарасова, Ю. В. Получение и свойства клатратов циклодекстрина с эфирным маслом мускатного ореха / Ю. В. Тарасова, С. В. Лодыгина, А. Д. Лодыгин [и др.] // В сборнике: Молекулярно-генетические и биотехнологические основы получения и применения синтетических и природных биологически активных веществ (Нарочанские чтения - 11). материалы Международной научно-практической конференции. – 2018. - с. 132-138.
2. Капустин, М. А. Получение и свойства комплексов включения циклодекстрина с лиметилловым эфиром фталиевой кислоты / М. А. Капустин, Н. В. Гавриленко, В. П. Курченко // Труды БГУ. – 2011. - Т. 6. - Ч. 2. - с. 126-133.
3. Martin Del Valle, E. M. Cyclodextrins and their uses: a review / E. M. Martin Del Valle // Process Biochemistry. – 2004. – Vol. 39. - № 9. – p. 1033–1046.

**РАЗРАБОТКА И АПРОБАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ИЗГОТОВЛЕНИЯ  
ИЗДЕЛИЙ ЛЕГКОГО АССОРТИМЕНТА ИЗ ЛЬНЯНЫХ МАТЕРИАЛОВ,  
СОВМЕЩЕННОЙ С ПРОЦЕССАМИ МЯГЧЕНИЯ**

**DEVELOPMENT AND TESTING OF A TECHNOLOGICAL SCHEME FOR THE  
MANUFACTURE OF PRODUCTS OF A LIGHT RANGE OF LINEN MATERIALS  
COMBINED WITH SOFTENING PROCESSES**

Т.С. Солодушенкова<sup>1</sup>, Н.Л. Корнилова<sup>2</sup>  
T.S. Solodushenkova<sup>1</sup>, N.L. Kornilova<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Уфимский государственный нефтяной технический университет

<sup>2</sup>Ивановский государственный политехнический университет

<sup>1</sup>Ivanovo State Polytechnic University

<sup>2</sup>Ufa State Petroleum Technical University

E-mail: tanyasolodushenkova@mail.ru, nkorn@mail.ru

Рассмотрены варианты смягчения льняных тканей, представлены влияние жидкостного и маломодульного способов биомодификации тканей на их технологические и потребительские свойства льняных тканей. Разработана технология изготовления льняной одежды, совмещенной с биомодификацией тканей.

Ключевые слова: льняные ткани, жесткость, сминаемость, полуфабрикаты швейных изделий, смягчение, технология зонального смягчения.

The variants of softening of linen fabrics are considered, the influence of liquid and low-modulus methods of tissue biomodification on their technological and consumer properties of linen fabrics is presented. A technology for manufacturing linen clothing combined with biomodification of fabrics has been developed.

Key words: linen fabrics, stiffness, crease, semi-finished garments, softening, technology of zonal softening.

В современном мире большое внимание уделяется вопросам экологии и бережного отношения к окружающей среде. С этой точки зрения, лён имеет значительное преимущество перед другими видами тканей, так как льняная одежда является биоразлагаемой. Трудностями использования льняных материалов в швейном производстве, являются повышенная жесткость и сминаемость льняной ткани, что ограничивает модельный ряд.

На рынке представлены как исходные, так и умягченные льняные ткани, но умягченные ткани слишком подвижны, появляется повышенная деформируемость материала после обработки, что приводит к ухудшению точности раскроя.

Для большинства изделий характерно сочетание различных требований к жесткости материала на различных участках (рис. 1). Но на сегодняшний день у технолога нет возможности комбинирования деталей из жесткой и умягченной ткани одного артикула.



Рис. 1. Модели платьев из льняной ткани

Исследовано влияние жидкостного и маломодульного способов биомодификации льняных тканей на их технологические и потребительские свойства [2, 3]. Результаты сравнения способов представлены в таблице 1.

Таблица 1

Сравнение результатов воздействия на материал при жидкостном и маломодульном мягчении

Жесткость исходного материала для изделий, мН·см <sup>2</sup>	Желаемая жесткость зон для изделий, мН·см <sup>2</sup>	Величина показателя	
		жесткость, мН·см <sup>2</sup>	
		жидкостной способ	маломодульный способ
платья, блузы – 5,9...74	самая низкая – 1,1...9,5	самая низкая – 0,92...11,6	самая низкая – 1,6...19,9
	самая высокая – 10,0...32,4	самая высокая 5,4...67,3	самая высокая – 5,4...68,5
брюки юбки – 15,6...158	самая низкая – 1,1...13,0	самая низкая – 2,4...24,7	самая низкая – 4,2...42,5
	самая высокая – 13,5...35,1	самая высокая – 14,2...143,6	самая высокая 14,5...146,3
жакеты – 22,2...276	самая низкая – 1,5...6,3	самая низкая – 3,5...78,9	самая низкая – 5,9...74,2
	самая высокая – 6,8...52,0	самая высокая – 20,2...250,9	самая высокая – 20,6...255,6

Сравнение результатов воздействия на материал при жидкостном и маломодульном мягчении показало, что жидкостной способ мягчения предпочтительнее использовать при изготовлении изделий мягких и пластичных форм, поскольку диапазон снижения жесткости до 6,4 раз. Маломодульная технология обеспечивает максимальное снижение жесткости в 3,7 раза, поэтому ее рекомендовано применять при изготовлении предметов одежды костюмного ассортимента, плащей.

Из сопоставления полученных значений жесткости с требуемой жесткостью одежды

костюмного ассортимента, следует что весь диапазон требуемых значений при использовании жидкостного и маломодульного способов мягчения полуфабриката является достижимым.

Усадка обработанных тканей после стирки значительно меньше, чем у исходных тканей, так как основная усадка происходит непосредственно в процессе умягчающей отделки. Разрывная нагрузка, стойкость к истиранию снижается не более, чем на 6-8%. Гигиенические показатели практически не меняются.

Таким образом, применение различных режимов мягчения в сочетании с различными конструкциями шва и выбором последовательности их стачивания (до или после мягчения) позволяет регулировать жесткость различных участков изделия в широком диапазоне.

Разработана технология зонального мягчения (рис. 2). Для ее реализации сначала в модели выделяют конструктивные зоны и определяют оптимальные значения жесткости [1-5] (рисунок 3). Данные значения сравнивают с жесткостью ткани, из которой будет изготавливаться изделие. Затем узлы делят на группы: в группу А относят узлы, в которых жесткость зоны приблизительно равна жесткости ткани, в группу В – детали и узлы, в которых жесткость зоны в 1,5...2 раза меньше жесткости ткани для маломодульной технологии, жесткость зоны в 2...4 раза меньше жесткости ткани для жидкостной технологии, в группу С – детали и узлы, в которых жесткость зоны в 2,5...3,7 меньше жесткости ткани для маломодульной технологии, жесткость зоны в 4,5...6,4 меньше жесткости ткани для жидкостной технологии. Данная схема подходит для жидкостного и маломодульного мягчения.

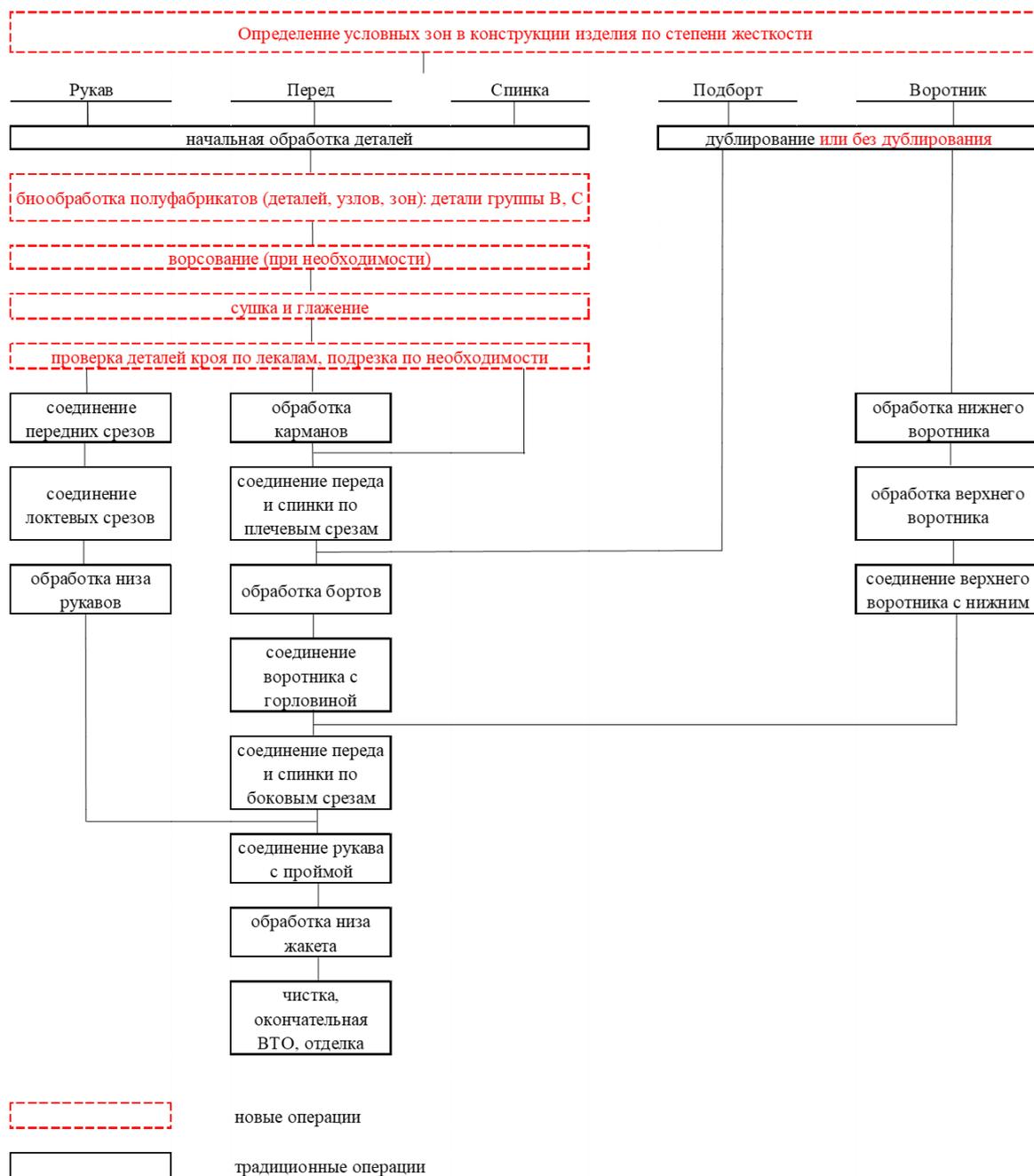
Для отделки отбирают только узлы, которые отнесены в группы В и С (для жидкостной технологии), группе В – для маломодульной технологии.

С учетом проведенных исследований установлено, что реализация разработанной лабораторной технологии зонального жидкостного мягчения льняных полуфабрикатов требует внесения следующих изменений в конструкцию:

- добавление припусков на усадку во все детали конструкции изделия на величину, соответствующую усадке при стирке/замачивании исходного материала при температуре 450С в течении 40 минут, стандартными приемами конструирования (параллельным разведением по нитям основы и утка или автоматическим построением с использованием соответствующей функции в системах автоматизированного проектирования);

- добавление припусков на подрезку величиной 0,3-0,5 см по срезам, остающимся открытыми в процессе жидкостной обработки и последующего ворсования, стандартными приемами конструирования (параллельным разведением по нитям основы и утка или автоматическим построением с использованием соответствующей функции в системах автоматизированного проектирования).

Кроме того, в технологическую последовательность изготовления необходимо включить операцию подрезки полуфабриката перед монтажом.



Апробация технологии на моделях показала, что выбор метода модификации и сочетание режимов воздействия с конструкциями швов позволяет достичь требуемой жесткости практически во всех моделях легкого и костюмного ассортимента, из тканей одного артикула можно получать изделия различных объемно-пластичных форм и разного ассортимента.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Т.С. Солодушенкова, Е.А. Шолохова, О.В. Радченко. Сравнение характеристик льняных материалов до и после мягчения. Молодые ученые – развитию Национальной технологической инициативы (ПОИСК – 2021): сб. материалов Национальной (с международным участием) молодежной научно-технической конференции. – Иваново: ИВГПУ, № 1. С. 126-129.
2. О.В. Радченко, Н.Л. Корнилова, П.А. Овсянникова, Ю.А. Шаммут, Т.С. Солодушенкова. Разработка технологии изготовления льняной одежды, совмещенной с биомодификацией тканей // Известия высших учебных заведений. Технология легкой промышленности № 2,

2021.

3. Солодушенкова Т.С., Корнилова Н.Л., Шаммут Ю.А. Технологии изготовления льняной одежды легкого и костюмного ассортимента совмещенной с биомодификацией тканей // Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоемкие технологии и материалы (SMARTEX). 2021. № 1. С. 312-318.

4. Корнилова Н.Л., Кокшаров С.А., Радченко О.В., Арбузова А.А., Шаммут Ю.А. Методы зонированного регулирования упруго-деформационных свойств пакета материалов швейного изделия // Известия вузов. Технология текст. промышленности, 2019, № 6. С. 22-28.

5. Радченко О.В., Овсянникова П.А., Шаммут Ю.А. Исследование жесткости чистольняных тканей // Сборник научных трудов Международной научной конференции, посвященной 110-летию со дня рождения профессора А.Г. Севостьянова. (10 марта 2020 г.). Часть 2. – М:РГУ им. А.Н. Косыгина, 2020. – 302 с. С. 70-76.

## АЛГОРИТМ РАСЧЕТА ОПТИМИЗИРОВАННЫХ ТРАЕКТОРИЙ УКЛАДКИ НИТЕЙ АРМИРУЮЩЕГО НАПОЛНИТЕЛЯ

### ALGORITHM FOR CALCULATING OPTIMIZED TRAJECTORIES FOR LAYING THREADS OF REINFORCING FILLER<sup>1</sup>

К.Ю. Стрункина<sup>1</sup>, П.Н. Рудовский<sup>2</sup>  
K.Yu. Strunkina<sup>1</sup>, P.N. Rudovsky<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Военная Академия радиационной, химической и биологической защиты имени маршала  
Советского Союза С. К. Тимошенко (Кострома)

<sup>2</sup>Костромской государственной университет

<sup>1</sup>Military Academy of Radiation, Chemical and Biological Defense named after Marshal of the Soviet Union  
S.K. Timoshenko (Kostroma)

<sup>2</sup>Kostroma State University

E-mail: strunkina.ksyu@mail.ru, pavel\_rudovsky@mail.ru

В статье рассмотрена структура армирующего компонента волокнистых композиционных материалов, обеспечивающая наиболее полное использование его прочности в прочности композита. Также приведен алгоритм построения кривых, по которым должна производиться раскладка армирующего наполнителя, для обеспечения наиболее рационального армирования. Показаны результаты применения описанного алгоритма, реализованного в виде программы на языке Python.

Ключевые слова: композиционные материалы, армирующий компонент, главные напряжения, кривые укладки армирующего компонента.

The article discusses the structure of the reinforcing component of fibrous composite materials, which ensures the most complete use of its strength in the strength of the composite. It also provides an algorithm for constructing curves, according to which the reinforcing filler should be laid out, to ensure the most rational reinforcement. The results of applying the described algorithm, implemented as a program in Python, are shown.

Keywords: composite materials, reinforcing component, principal stresses, reinforcing component laying curves.

Композиционные материалы – это материалы, состоящие из двух или более компонентов (отдельных волокон или других армирующих составляющих и связующей их матрицы) и обладающие специфическими свойствами, отличными от суммарных свойств их составляющих компонентов [1, с.18]. Это определение подчеркивает одну из основных особенностей композитов: свойства готового композиционного материала отличны от суммы свойств материалов, входящих в его состав. Именно благодаря появлению новых свойств композиционные материалы находят все новое применение в промышленности.

Композиционные материалы по геометрии армирующих компонентов можно разделить на три класса [2, с.20]:

1. порошковые или гранулированные (армированы частицами);
2. волокнистые (армированы волокнами или нитевидными кристаллами);
3. слоистые (армированы пленками, пластинами, слоистыми наполнителями).

Так же, по расположению компонентов (схеме армирования) композиты могут быть разделены на 2 группы [2, с.20-21]:

1. изотропные или квазиизотропные (армированные хаотично дисперсными частицами, дискретными или непрерывными волокнами и др.);
2. анизотропные (волокнистые, слоистые с определенной ориентацией армирующих элементов относительно матрицы).

К последней группе относятся композиты с многослойным армированием тканями [3, 4]. Такие композиты склонны к разрушению вследствие сдвига слоев. Этот существенный

недостаток устранен в композитах, армированных ортогональными 3D тканями, которые имеют армирование, ориентированное в трех взаимно перпендикулярных направлениях [5 - 7].

В данной работе рассматриваются – анизотропные волокнистые композиционные материалы с армирующим наполнителем на текстильной основе.

Отметим, что изотропные материалы имеют одинаковые свойства вне зависимости от рассматриваемого направления, в то время как анизотропные – разные. Анизотропия композита является конструкционной, она проектируется неоднородной специально для изготовления конструкций, в которых наиболее рационально ее использовать.

При этом известно, что наиболее эффективное использование прочности армирующего наполнителя в составе композита достигается в случае, если направление армирования совпадает с направлением главных напряжений [8. с.91 – 99]. Правильным выбором направления армирования можно обеспечить улучшение соотношения «масса-прочность» [9]. Тогда наиболее рациональной структурой наполнителя для волокнистых композиционных материалов является его формирование путем раскладки нитей вдоль направлений главных напряжений.

Сформулируем следующую задачу: рассчитать расположение нитей армирующего компонента для детали произвольной конфигурации, так чтобы анизотропия композита была наиболее рациональной и выполнить построение кривых вдоль найденных траекторий.

В [10, с.316] нами был рассмотрен общий алгоритм укладки нити на основе данных о направлениях главных напряжений. Теперь же конкретизируем его для случая получения данных из файла и раскладки нитей автоматизированным способом.

Построение модели рассматриваемой детали, ее разбиение на совокупность конечных элементов и расчет компонент нормальных и касательных напряжений предлагаем провести в среде ANSYS WorkBench. В результате получим файл, содержащий данные о напряженно-деформированном состоянии, который и будем обрабатывать с помощью следующего алгоритма:

Шаг 1. Запись данных исходного файла в многомерный массив, а затем формирование на его основе одномерных списков, содержащих отдельные параметры узловых точек.

Шаг 2. Расчет компонент направлений главных напряжений  $\alpha_1$  и  $\alpha_3$  в каждой узловой точке и запись полученных значений в одномерные списки.

Шаг 3. Определение точек, находящихся на границе рассматриваемой модели.

Шаг 4. Построение на Canvas всех узловых точек, выделяя граничные цветом, отличным от цвета точек внутри контура.

Шаг 5. Построение двух слоев кривых вдоль направлений главных напряжений: первый (и все нечетные) слой кривых формируем, используя компоненту  $\alpha_1$  направления наибольших главных напряжений, второй (и все четные) – используя компоненту  $\alpha_3$  наименьших главных напряжений. При этом построение каждой новой кривой проводим из точки, лежащей на границе модели.

На основе предложенного алгоритма была составлена программа на языке Python. Далее с ее помощью было выполнено построение кривых вдоль направлений главных напряжений для следующей модели (см. рис. 1):

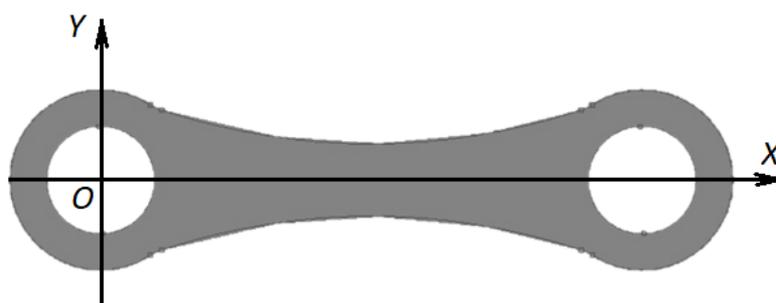


Рис. 1. Модель детали, для которой проводился расчет

При этом к представленной модели применялись два вида нагружения – растяжение и изгиб. В первом случае левое отверстие было жестко зафиксировано, а в правом приложено растягивающее усилие, направленное в сторону положительного направления оси  $Ox$ . Во втором случае левое отверстие было зафиксировано полностью, а на правое оказывалось давление, направленное в сторону отрицательного направления оси  $Oy$ .

Результаты расчета при растяжении приведены на рис. 2, а при изгибе на рис. 3.

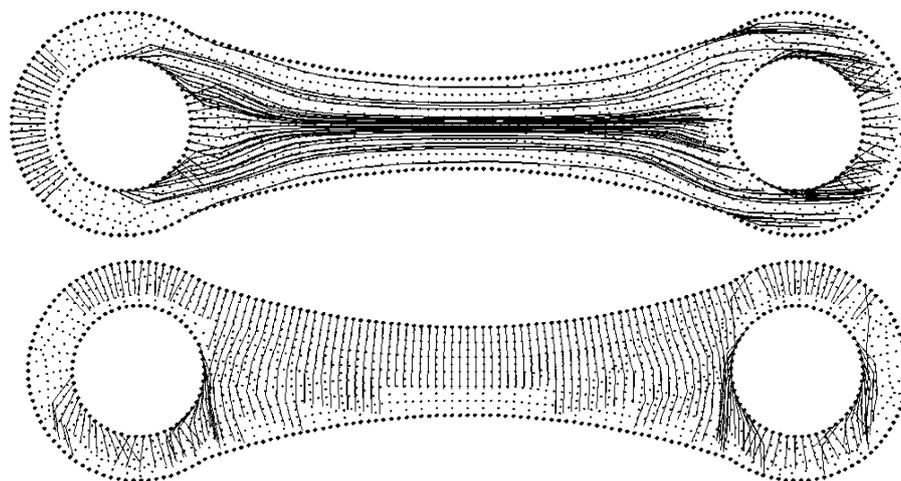


Рис. 2. Кривые укладки нитей армирующего наполнителя для детали, работающей на растяжение. а – в четных слоях, б – в нечетных слоях.

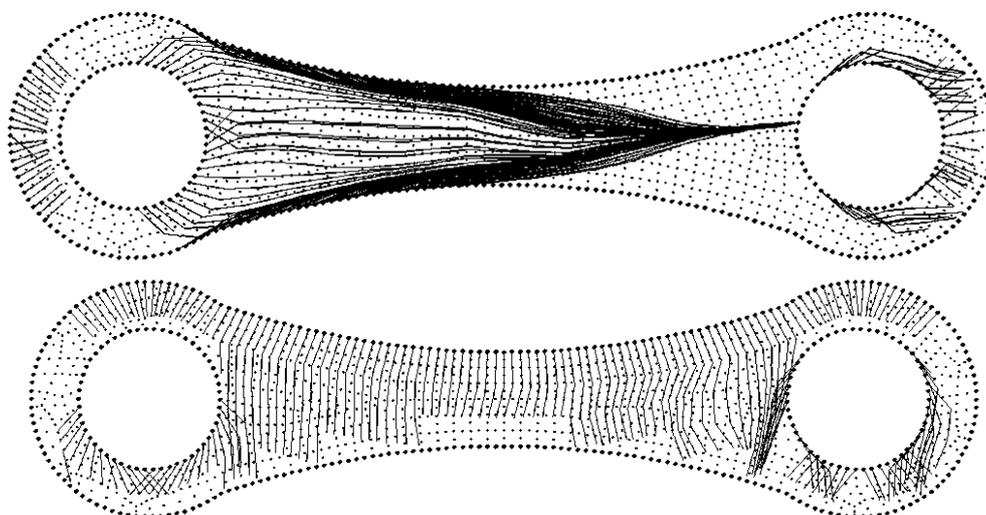


Рис. 3. Кривые укладки нитей армирующего наполнителя для детали, работающей на изгиб. а – в четных слоях, б – в нечетных слоях.

В работе предложен алгоритм расчета кривых укладки армирующего наполнителя, обеспечивающий наилучшее использование его прочности в деталях с учетом их напряженного состояния. Также приведены результаты расчета для двух напряженных состояний.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Геллер, Б.Э. Справочник по композиционным материалам [Текст] / А.Б. Геллер, М.М. Гельмонт. – М.: Машиностроение, 1988. – 448 с.

2. Шитова И.Ю. Современные композиционные строительные материалы: учеб. пособие / И.Ю. Шитова, Е.Н. Самошина, С.Н. Кислицына, С.А. Болтышев. – Пенза: ПГУАС, 2015. – 136 с.
3. Grechukhin A.P., Seliverstov V.Y., Rudovskiy P.N. The method of determination of yarn bending rigidity and friction factor during interaction of fibers. The Journal of the Textile Institute. 2017. Т. 108. № 12. С. 2067-2072.
4. Гречухин А.П., Рудовский П.Н. Развитие теории строения и формирования однослойных тканей. Кострома, 2017.
5. Гречухин А.П., Ушаков С.Н., Рудовский П.Н., Палочкин С.В. Определение рациональных параметров системы заправки нитей при формировании трехмерного ортогонального тканого волокнистого материала. Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2018. № 5 (377). С. 111-115.
6. Ушаков С.Н., Гречухин А.П., Рудовский П.Н., Палочкин С.В. Влияние величины смещения слоя горизонтального утка на плотность расположения вертикальных слоев нитей при формировании трехмерных ортогональных тканей/ Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2018. № 6 (378). С. 96-100.
7. Гречухин А.П., Зайцев Д.В., Ушаков С.Н., Рудовский П.Н. Методика построения трехмерной модели ткани из углеродных нитей/ Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2017. № 3 (369). С. 140-144.
8. Образцов И.Ф., Васильев В.В., Бунаков В.А. Оптимальное армирование оболочек вращения из композиционных материалов. М.: Машиностроение, 1977. – 144 с.
9. Рудовский П.Н., Гречухин А.П., Палочкин С.В. Рациональное армирование деталей из композиционных материалов тканями с переменной плотностью по утку. Вестник Костромского государственного технологического университета. 2015. № 2 (35). С. 21-23.
10. Стрункина, К. Ю. Выбор рационального направления армирования композитов на текстильной основе / К. Ю. Стрункина, П. Н. Рудовский // Повышение энергоресурсоэффективности, экологической и технологической безопасности процессов и аппаратов химической и смежных отраслей промышленности (ISTS "EESTE-2024"): Сборник научных трудов международного научно-технического симпозиума, посвященного 120-летию со дня рождения П.Г. Романкова, Москва, 20–22 февраля 2024 года. – Москва: Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство), 2024. – С. 312-316.

## ПРИМЕНЕНИЕ МАКРОЦИКЛИЧЕСКИХ ОЛИГОСАХАРИДОВ В БАКТЕРИЦИДНОЙ ОТДЕЛКЕ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

### APPLICATION OF MACROCYCLIC OLIGOSACCHARIDES IN BACTERICIDAL FINISHING OF TEXTILE MATERIALS

А.А. Токарева, А.А. Соловьёва, З.А. Константинова, Е.Л. Владимирцева  
A.A. Tokareva, A.A. Solovyova, Z.A. Konstantinova, E.L. Vladimirtseva

Ивановский государственный химико-технологический университет  
Ivanovo State University of Chemistry and Technology  
E-mail: mironova.anna05@mail.ru

Работа направлена на придание целлюлозосодержащим волокнистым материалам бактерицидных свойств при использовании композиции на основе гидроксипропил- $\beta$ -циклодекстрина и частиц наносеребра. Предложены варианты получения комплексного соединения «гость-хозяин» и способы нанесения его на волокно, оценены защитные свойства полученных образцов по отношению к патогенным бактериям.

Ключевые слова: антибактериальность; целлюлозосодержащее волокно;  $\beta$ -циклодекстрин; наночастицы серебра

The work is aimed at imparting bactericidal properties to cellulose-containing fibrous materials using a composition based on hydroxypropyl- $\beta$ -cyclodextrin and nanosilver particles. Variants for obtaining a complex "guest-host" compound and methods for applying it to fiber are proposed, and the protective properties of the obtained samples in relation to pathogenic bacteria are assessed.

Keywords: antibacterial; cellulose fiber;  $\beta$ -cyclodextrin, nanosilver particles

Текстильные материалы с иммобилизованными на волокнах функциональными веществами, давно стали неотъемлемой частью различных отраслей промышленности. В настоящее время, в связи с проблемами появления новых инфекций, особенно востребованы материалы с бактерицидными и вирулицидными свойствами. Именно они могут стать щитом против распространения патогенной микрофлоры и обеспечить безопасность в различных сферах, от медицинской до повседневной жизни.

Существует множество подходов к приданию текстилю этих свойств, каждый из которых имеет свои преимущества и особенности. Один из ключевых методов – иммобилизация активных веществ (АВ) на волокне. АВ могут быть различными по природе: антибактериальными, противовирусными, антиоксидантными, дезодорирующими и т.д. Главное, чтобы они обладали необходимыми характеристиками, способными принести пользу в конкретной области применения.

Для более прочного закрепления АВ на волокне и регулирования их действия часто используется метод инкапсуляции, заключающийся в "упаковке" АВ в специальную оболочку. Подобный подход обеспечивает целый ряд преимуществ, таких как пролонгированное действие, нормированное выделение, защита от внешних воздействий.

В качестве альтернативы инкапсуляции можно использовать метод комплексообразования. В этом случае АВ фиксируются на волокне при взаимодействии с веществами, способными образовывать прочные связи как с самим АВ, так и с волокнистым материалом. Одним из таких веществ являются циклодекстрины (CD) – молекулы с кольцеобразной структурой, которые обладают уникальной способностью образовывать комплексы включения с различными веществами.

Циклодекстрины (CD) - это макроциклы из олигосахаридов, которые состоят из нескольких молекул глюкозы, соединенные друг с другом  $\alpha$ -1,4 гликозидными связями [1].

Молекулы CD представляют собой конические цилиндры, центр у таких «колец» гидрофобный, а наружная часть молекулы — гидрофильная (Рис.1).

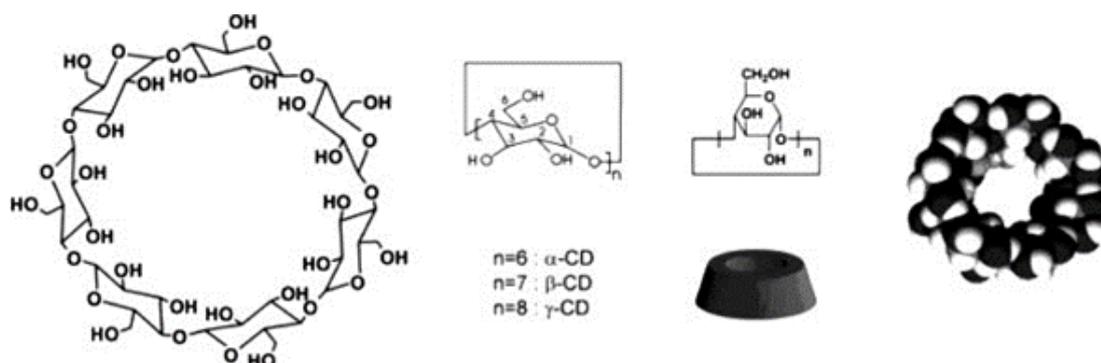


Рис.1. строение циклодекстрина

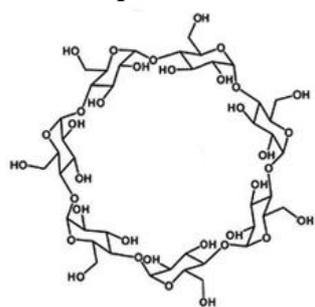
Полость выстлана атомами водорода и глюкозидными кислородными мостиками. Не связанные электронные пары глюкозидных кислородных мостиков направлены к внутренней стороне полости, обеспечивая высокую электронную плотность.

Самая важная характеристика CD - способность включать различные молекулы или их части в гидрофобную полость, образование комплексов включения приводит к появлению новых физико-химических и биологических свойств [2]. Для формирования комплекса включения, молекулы гостя должны иметь размер и форму, которая позволит им хотя бы частично размещаться в полости CD.

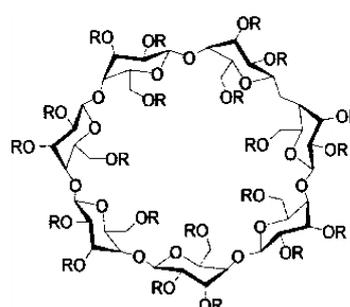
Циклодекстрины в текстильной промышленности открывают широкие возможности для создания новых материалов с уникальными функциональными свойствами. Например, они могут быть использованы для инкапсуляции антибактериальных веществ, таких как наночастицы серебра в полость своей молекулы, что позволяет обеспечить прочное и равномерное распределение антибактериальных агентов на волокне.

В исследовании использовали готовый препарат на основе наносеребра, производство которого описывалось в работе [3].

Изучалось взаимодействие циклодекстрина ( $\beta$ CD и HP $\beta$ CD) (Рис.2) с частицами серебра (Ag) на поверхности целлюлозных тканей (льняной и хлопчатобумажной). Целью было определить влияние CD на иммобилизацию частиц серебра на ткани и, следовательно, на ее антибактериальные свойства.



$\beta$ -циклодекстрин ( $\beta$ CD)



Гидроксипропил- $\beta$ -циклодекстрин (HP $\beta$ CD)

Рис.2. Объекты исследования

Было приготовлено два раствора:

- Раствор CD с концентрацией 0,1 г/л;
- Рабочий раствор Ag с концентрацией, варьирующей от 0,01 до 0,1 г/л.

Затем, для создания растворов с различным соотношением CD:Ag, проводилось разбавление исходных растворов в соотношении 1:1 и 1:4. Это позволило создать условия для изучения влияния различного количества CD на взаимодействие с частицами серебра.

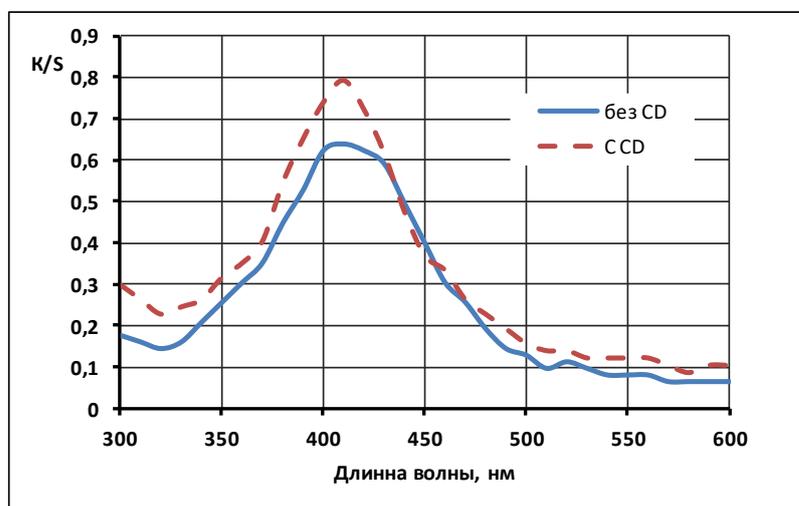
Растворы, содержащие CD и препарат серебра, перемешивали в течение 30 минут при комнатной температуре, что способствовало проникновению частиц в полость CD. Это является важным фактором для образования комплексов «гость:хозяин» «Ag:CD» и последующего их взаимодействия с тканью.

Приготовленные растворы наносили на отбеленную льняную ткань методом пропитки. Сушка обработанной ткани проводилась по двум режимам:

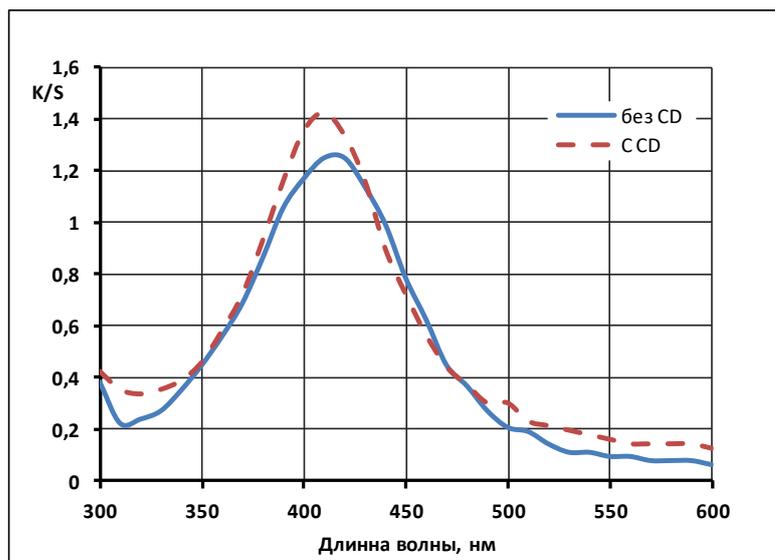
- на воздухе - этот режим сушки является более щадящим и не оказывает сильного влияния на структуру ткани;
- в сушильном шкафу – сушка при температуре 150°C в течение 5 минут обеспечивает более быстрое удаление влаги.

Обработанные образцы ткани имели желтовато-коричневый цвет поэтому количество закрепленного препарата можно было контролировать спектрофотометрически, для чего использовался спектрофотометр модели YS 3010.

По компьютерной программе рассчитывали уровень поглощения частиц серебра. На рисунке 3 представлены спектры поглощения частиц серебра на отбеленном льняном материале (110 г/м<sup>2</sup>) без циклодекстрина и в его присутствии в соотношении 1:1.



а)



б)

Рис. 3. Спектры поглощения частиц серебра на отбеленном льняном волокне без CD и с CD, при концентрации серебра: а – 0,01г/л, б – 0,1 г/л.

В спектральных кривых, полученных для исследуемого материала, наблюдается интересная закономерность в области 400-420 нм: характеристический пик поглощения света становится более интенсивным (гиперхромный сдвиг), причем этот сдвиг тем сильнее, чем выше концентрация серебра в растворе, используемом для пропитки материала. Это явление, известное как гиперхромный эффект, позволяет сделать предположение о формировании на поверхности материала особых структур, называемых квазиметаллическими частицами, представляющими наноразмерные кластеры атомов серебра. Они не имеют строго определенной кристаллической структуры, а скорее представляют собой скопление атомов с промежуточными характеристиками между металлом и молекулой. Эта особенность, в частности, проявляется в усиленном поглощении света в определенном диапазоне длин волн, что и наблюдается в спектральных кривых.

Благодаря иммобилизованным частицам серебра материал приобретает антимикробную активность, что связано с их способностью взаимодействовать с клеточными мембранами бактерий, нарушая их целостность и приводя к гибели микроорганизма.

Для подтверждения наличия антимикробной активности исследованного материала были проведены тесты с использованием двух типов бактерий: грамположительной *Staphylococcus aureus* и грамотрицательной *Escherichia coli*.

В табл.1 приведены зоны задержки роста бактериальных культур на льняном и хлопчатобумажном материалах, обработанных составами с серебром, иммобилизованным на волокне с помощью  $\beta$ -CD и дополнительно закрепленном полиэлектролитами в сочетании с ПАВ. Получены приемлемые результаты, частично сохранившиеся даже после 5 стирок.

Таблица 1

Результаты испытаний антибактериальной активности образцов целлюлозных тканей

Культура	Состав пропитки	Зона задержки роста, мм			
		Хлопчатобумажная ткань		Льняная ткань	
		Пропитка	Пропитка + 5 стирок	Пропитка	Пропитка + 5 стирок
<i>Staphylococcus aureus</i>	Серебро+ $\beta$ -CD	4,3	1,3	5,5	3,1
	Серебро+ $\beta$ -CD +КАТАПАВ	4,5	3,9	5,9	4,3
	Серебро+ $\beta$ -CD +ВПК-402+ КАТАПАВ	4,5	4,1	5,4	5,0
<i>Escherichia coli</i>	Серебро+ $\beta$ -CD	3,4	0,9	4,5	2,2
	Серебро+ $\beta$ -CD +КАТАПАВ	3,3	2,6	4,6	3,3
	Серебро+ $\beta$ -CD +ВПК-402+ КАТАПАВ	3,2	3,1	4,3	3,9

В заключении можно сказать, что текстильные материалы, модифицированные с помощью циклодекстринов, открывают новые перспективы для создания функциональных тканей. Данная технология позволяет разрабатывать ткани с разнообразными свойствами, которые будут востребованы в различных отраслях промышленности, медицины и быта.

*Работа выполнена в рамках Государственного задания на выполнение НИР, тема № FZZW-2023-0008 с использованием ресурсов Центра коллективного пользования научным*

*оборудованием ИГХТУ (при поддержке Минобрнауки России, соглашение № 075-15-2021-671).*

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Циклодекстрины. Итоги науки и техники. Серия Микробиология. Т. 20. Ч. 1. М.:ВИНИТИ, 1988. 180с.
2. Hirayama, F. Methods of investigating and preparing inclusion compounds, in: Cyclodextrins and their industrial uses / F. Hirayama, K. Uekama // Duchdine, Editions de Sante, Paris, – 1987, – p. 131.
3. Петрова Л.С., Липина А.А., Зайцева А.О., Одинцова О.И. Использование наночастиц серебра для придания текстильным материалам бактерицидных свойств // Изв.вузов. Технология текстильной промышленности. 2018, №6 С.81-85.

## **ПОЛИМЕРНЫЕ ПЛЁНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ ПОЛИАМИДА И ПОЛИВИНИЛОВОГО СПИРТА ДЛЯ УПАКОВКИ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ**

### **POLYMER FILM MATERIALS BASED ON POLYAMIDE AND POLYVINYL ALCOHOL FOR FOOD PACKAGING**

О.А. Федоськина, Д.Р. Соловьёва, А.Н. Полетаева

O.A. Fedoskina, D.R. Solovyova, A.N. Poletaeva

Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина  
(Технологии. Дизайн. Искусство) (Москва)  
Kosygin Russian State University (Technology. Design. Art) (Moscow)  
E-mail: fedoskina.2002@mail.ru

Получены плёночные материалы, содержащие смеси полимеров полиамида и поливинилового спирта. Разработан оптимальный рецепт и технология их производства для колбасных оболочек. Проведены опытные испытания по изучению физико-механических, а также гигиенических характеристик таких материалов. Определены параметры совместимости растворов полиамида и поливинилового спирта. Выявлен ряд преимуществ полиамидных плёнок, содержащих поливиниловый спирт для упаковывания колбасных изделий.

**Ключевые слова:** плёночные материалы, поливиниловый спирт; полиамид; колбасные изделия; физико-механические свойства; гигиенические свойства; совместимость растворов.

**Polyamide film materials containing polyvinyl alcohol were obtained. The optimal recipe and technology of their production for sausage casings have been developed. Pilot tests have been conducted to study the physical, mechanical, and hygienic characteristics of such materials. The compatibility parameters of polyamide and polyvinyl alcohol solutions have been determined. A number of advantages of polyamide films containing polyvinyl alcohol for packaging sausages have been identified.**

**Keywords:** film materials, polyvinyl alcohol; polyamide films; sausage products; physical and mechanical properties; hygienic properties; compatibility of solutions

Полимерно-плёночные материалы играют важную роль в пищевой промышленности, в частности, для упаковывания колбасных изделий, так как они обеспечивают защиту продуктов мясопереработки от негативного воздействия внешних факторов, сохраняют свежесть, продлевают срок годности и минимизируют продуктовые потери [1].

Технология производства плёночных упаковочных материалов на основе природных и синтетических полимеров не стоит на месте, а их ассортимент постоянно расширяется и на смену популярным раньше полиолефинам приходят плёнки на основе полиамидов и поливинилового спирта. Кроме того, растёт продажа колбасных изделий через крупные федеральные ритейл сети, и только полиамидные оболочки могут обеспечить требуемый срок годности.

Среди многих функций упаковки пищевых продуктов в цепочке производство - распределение - потребление (защитная, экономическая, социальная) главная - сохранение качества продукта в течение заданного времени в определенных условиях. Основными вопросами, которые необходимо рассматривать при выборе упаковки пищевых продуктов, являются: технологические особенности производства и хранения продуктов питания; факторы, влияющие на качество продуктов при хранении; требования к полимерным и комбинированным материалам; газо-, паро-, аромато- проницаемость, светостойкость, жиростойкость, термо-, морозостокость; санитарно-гигиенические свойства [2].

Хорошую колбасную оболочку отличают следующие свойства:

1. Проницаемость для дыма. Оболочка позволяет проводить обжарку и копчение, что придает изделиям приятный специфический вкус и аромат, способствует образованию «корочки копчения» и глянцевого покрытия.

2. Равномерность калибра обеспечивает равномерное и стабильное наполнение на сосисочных автоматах и шприцах-наполнителях с перекручивающим устройством.

3. Высокая механическая прочность позволяет использовать оболочку для работы на всех типах оборудования и обеспечивает высокую скорость производства.

4. Высокая эластичность оболочки определяется тщательно подобранным составом полимеров и позволяет использовать оболочку без предварительной подготовки.

5. Низкая проницаемость для кислорода и водяного пара. Проницаемость оболочки для кислорода и водяного пара ниже, чем для белковых и целлюлозных оболочек, что дает следующие преимущества: увеличенные сроки годности готовой продукции. Оболочка является экономичной альтернативой целлюлозным и белковым оболочкам, так как обеспечивает меньшие влаго- и массопотери в процессах термообработки и хранения; прекрасный товарный вид (отсутствие «морщин») готовой продукции на протяжении всего срока годности.

6. Высокая термостойкость. Температурный диапазон использования оболочки шире, чем для натуральных, белковых и целлюлозных оболочек.

7. Пониженная адгезия к различным видам фаршей позволяет легко удалить оболочки с готового продукта без повреждения поверхностного слоя коагулированного белка, что особенно важно для сосисок и сарделек.

8. Оболочка не подвергается микробиологической порче, что упрощает ее хранение и улучшает гигиенические характеристики [3].

Плётки на основе полиамида и поливинилового спирта обладают рядом преимуществ, необходимых для упаковывания колбасных изделий: барьерные свойства; высокая степень эластичности; сопротивляемость проколам, что делает материал прочным и долговечным.

В патенте [4] разработан способ получения одно- или многослойных пленок, содержащих термопластичные (со)полиамиды и поливинилового спирта ПВС. Пленки согласно этому изобретению особенно удобны для использования в качестве оболочек для сосисок, сарделек и варено-копченых, вяленых и сырокопченых колбас. Также эти пленки могут использоваться в других областях техники, где требуется сочетание полезных свойств смесей полиамида и поливинилового спирта и улучшенной прочности [4].

Удобны в изготовлении и привлекательны с точки зрения себестоимости сырья пленки, изготовленные с использованием ПВС в качестве гидрофильного соединения. Такие пленки были коммерциализированы компанией Атлантис-Пак в качестве целого ряда коптящихся оболочек. В процессе их усовершенствования было обнаружено, что увеличение содержания ПВС в пленках приводит к увеличению значений их дымо- и паропроницаемости, что весьма желательно с точки зрения потребительских свойств оболочки для копченых колбас. Вместе с тем, механическая прочность таких оболочек ухудшается с ростом содержания ПВС и, если оно превышает 20%, то часто возникают проблемы, выражающиеся в разрывах этих оболочек при их промышленном высокопроизводительном изготовлении и в процессе набивки колбас и сосисок [4].

Оболочка для пищевых продуктов отличается тем, что она дополнительно содержит пластификатор, предпочтительно диметилсульфоксид, бутан-1,3-диол, глицерин, воду, этиленгликоль, и т.д., причем доля пластификатора составляет вплоть до 40 мас.%, предпочтительно 1-35 мас.%, особенно предпочтительно 2-30 мас.%, соответственно в пересчете на общую массу термопластичной смеси [4-6].

Целью работы является получение и исследование свойств плёночных материалов, содержащих термопластичную смесь полиамида и поливинилового спирта, пластифицированную глицерином.

В качестве объектов исследования в работе использовали: сополимер полиамида (ПА) 6/66 марки АК 60/40 (Россия); поливинилового спирта (ПВС) марки 05-88 (Китай); глицерин; спирт этиловый 95%.

Для определения совместимости полимерной пары полиамида и поливинилового спирта используют такие параметры как поверхностное натяжение  $\gamma$ , молярный объём  $V_m$  и

параметр растворимости  $\delta$ . Данные параметры рассчитываются с помощью компьютерной программы «Каскад» (разработка ИНЭОС РАН).

Таблица 1

Параметры совместимости полимеров

№	Комплекс ообразующие полимеры	$\delta, (\text{Дж}/\text{см}^3)^{0,5}$	$V_m, \text{см}^3/\text{моль}$	$\gamma, \text{мН}/\text{м}$	Совместимость полимерной пары Вариант 1-2	Совместимость полимерной пары Вариант 2-1
	ПА 6	23,4	102	45,1	-	-
	ПА 66	23,4	205	45,1	-	-
1	ПА 6.66	23,4	143,2	45,1	Не совместимы	Не совместимы
2	ПВС	30	36,7	46,6	совместимы	совместимы

Представленные данные говорят о несовместимости полимеров в термодинамическом плане. Тем не менее, вследствие высокой молекулярной массы, а также вязкости растворов полимеров возможна их совместимость в технологическом плане: при приготовлении растворов полимеров и при формировании пленочных покрытий не происходит фазового разделения.

ПА растворяется в водноспиртовых смесях, так как молекулы спирта имеют полярные группы, которые могут взаимодействовать с неполярными группами в молекуле ПА. Это взаимодействие приводит к разрушению связей между молекулами ПА, что позволяет им растворяться в смеси.

Полиамид был растворен в спиртоводной смеси в соотношении 20 к 80. Смесь готовят из 95-ти % этанола, добавляя к раствору 20,95 мл воды. Гранулы ПА-6/66 через процесс набухания растворяются на водяной бане при 60°C в спиртоводной смеси. Получается 100 мл раствора полиамида.

На основе теоретических знаний, в ходе работы был разработан рецепт получения плёнок, содержащих (от 5 до 50 масс.ч) гидрофильного соединения, в виде водорастворимого полимера – ПВС.

ПА, как жесткоцепной полимер должен содержать пластификатор (5-30 масс.%), предпочтительно глицерин, соответственно в пересчете на общую массу термопластичной смеси.

Образцы однослойных плёнок получали в лабораторных условиях ракельным способом с отливом на стекло и последующей сушкой при температуре 90 °С из предварительно нагретого и смешанного ПА в спиртоводной смеси с 25% раствором ПВС. Соотношение полимеров составило – 100 масс.ч. ПА и от 5 до 50 масс.ч ПВС, а пластификатора от 5 до 30 масс.ч. Установлено оптимальное содержание ПВС – 25 масс.ч, пластификатора – 30 масс.ч.

Таблица 2

Рецепт плёночных материалов на основе раствора ПА с различным содержанием ПВС и пластификатора

Компонент рецепта	Масс.ч.	Объём, мл
Спиртоводная смесь	400	13,336
ПА	100	3,334
Глицерин	0	0
	5	0,167
	15	0,500
	30	1,002
ПВС	5	0,167
	25	0,834
	50	1,667

В ходе работы были получены плёнки из полиамида и полиамида содержащего поливиниловый спирт с различным содержанием пластификатора. Определены гигиенические характеристики полученных образцов – гигроскопичность, паропроницаемость и влагоотдача. Определение паропроницаемости плёночных образцов проводилось в эксикаторе с концентрированной серной кислотой. Определение гигроскопичности плёночных материалов проводилось в эксикаторе с водой (100% влажность). Определение влагоёмкости плёночных материалов проводилось в сосуде с водой.

Выявлено, что паропроницаемость ПА плёнки – 0,579 (мг/см<sup>2</sup>\*ч); это меньше чем у полиамидных плёночных материалов, содержащих ПВС, их значения варьируются от 0,583 до 1,457 (мг/см<sup>2</sup>\*ч). Аналогично паропроницаемости, гигроскопичность и влагоотдача плёнок возрастают с введением поливинилового спирта и увеличением пластификатора в полиамидных плёнках. Показатели гигроскопичности лежат в пределах от 0,41 до 5,48 %, показатели влагоотдачи от 0,43 до 5,48 %. Изучены показатели влагоёмкости плёночных материалов за разный промежуток времени. Влагоёмкость образцов через 2 часа варьировалась от 2,12 до 13,77 %, 24 часа – от 6,60 до 17,59 %.

Определены физико-механические характеристики полученных образцов – предел прочности при растяжении, относительное удлинение при разрыве и жёсткость. Определение предела прочности при растяжении и относительного удлинения при разрыве плёночных материалов проводилось на разрывной машине Instron 4411. Определение жёсткости плёночных материалов проводится на приборе Гарлея.

Определены показатели физико-механических характеристик всех пленочных материалов. Выявлено, что предел прочности образца из чистого ПА в продольном направлении равен 0,0572 МПа. Этот показатель незначительно снижается у ПА плёнок, содержащих ПВС и пластификатор, от 0,0435 до 0,0223 МПа. Аналогично пределу прочности, относительное удлинение плёночных материалов на основе ПА и ПВС снижается по сравнению с чистой полиамидной плёнкой от 411,2 до 99,6 %.

Установлено, что показатели жёсткости образцов лицевой стороны находятся в пределах от 89,0 до 356,0 мг; изнаночной – от 471,7 до 4005,0 мг. Показатель зависит от адгезионной прочности плёнки с изнаночной стороны к стеклу при ее отливе. Жёсткость чистой ПА плёнки значительно меньше, чем образцов на основе ПА и ПВС.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Магаюмова О.Н., Белокурова Г.Б. Современные пленочные материалы для упаковки пищевой продукции // Товаровед продовольственных товаров. - 2019. - №11. – С. 5-6.
2. Любешкина Е.Г. Применение полимерной тары в народном хозяйстве. – М.: Химия, 1987. - 63 с.
3. Машанов А.И., Каменская Н.В., Александрова М.Г. Пищевые оболочки. – Красноярск.: Краснояр. гос. аграр. ун-т., 2010. - 166 с.
4. Пат. 2663617 С2 РФ, МПК А22С 13/00. Одно- или многослойная пленка, содержащая связанный поливиниловый спирт / Голянский Б.В., Верин С.В., Жаворонкова О.В. - № 2015137304, заявл. 01.09.2015; опубл. 16.10.2017, Бюл. № 29.
5. Пат. 2232704 С2 РФ, МПК В 65 D 65/38, А 22 С 13/00, В 32 В 27/34. Полимерный состав для экструзии пищевой упаковочной пленки / Бородаев С.В., Давиденко О.В., Давиденко А.В., Рызенко С.П. - №2002118751/13, заявл. 16.07.2002; опубл. 20.07.2004.
6. Пат. 2469541 С2 РФ, МПК А22С 13/00 В32В 27/34 С08F 8/06. Модифицированный поливиниловый спирт и содержащая его паро- и дымопроницаемая синтетическая оболочка для пищевых продуктов / Бородаев С.В., Голянский Б. В., Рызенко С. П. - № 2011112174/12, заявл. 30.03.2011; опубл. 20.12.2012 Бюл. № 35.

**ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ С  
ВОДООТТАЛКИВАЮЩЕЙ ПРОПИТКОЙ НА ОСНОВЕ СИЛАНА И  
ХЛОРПАРАФИНА**

**HYGIENIC EVALUATION OF TEXTILE MATERIALS WITH WATER-REPELLENT  
IMPREGNATION BASED ON SILANE AND CHLOROPARAFFIN**

А.А. Халилова, Н.В. Тихонова  
A.A. Khalilova, N.V. Tikhonova

Казанский национальный исследовательский технологический университет  
Kazan National Research Technological University  
E-mail: adikovna777@yandex.ru, nata.tikhonova.81@mail.ru

В статье рассмотрен вопрос влияния экспериментальной водоотталкивающей пропитки на основе силана и хлорпарафина на гигиенические характеристики текстильных материалов. Представлены результаты исследования показателей паропроницаемости и гигроскопичности обработанных образцов и образцов-аналогов.

**Ключевые слова:** гидрофобная пропитка, текстильные материалы, гигиенические характеристики, паропроницаемость, гигроскопичность.

The article deals with the question of influence of experimental water-repellent impregnation on the basis of silane and chloroparaffin on hygienic characteristics of textile materials. The results of the study of vapor permeability and hygroscopicity of treated samples and samples-analogues.

**Key words:** hydrophobic impregnation, textile materials, hygienic characteristics, vapor permeability, hygroscopicity.

В современном мире текстильная промышленность стремится к повышению качества продукции, для обеспечения её конкурентоспособности на рынке, что требует оптимизации производственных процессов, снижения материальных и энергетических затрат, а также уменьшения себестоимости готовой продукции. Достижение целей невозможно без модернизации традиционных технологий и разработки новых методов отделки тканей.

Популярным направлением в области текстильной и легкой промышленности является исследования текстильно-вспомогательных веществ, придающих материалам конкретные свойства на стадии заключительной отделки, данные материалы применяются для разработки рабочей одежды.

Текстильно-вспомогательные вещества (ТВВ) представляют собой химические соединения, которые используются для обработки текстильных материалов с целью улучшения их свойств. Они могут придавать тканям такие характеристики, как устойчивость к стиранию, повышенная огнестойкость, водонепроницаемость и т.д.

Для разработки рабочей одежды используют материалы различного волокнистого состава, на сегодняшний день представлен многочисленный ряд материалов из целлюлозных волокон. Это связано с тем, что материалы на основе целлюлозных волокон обязаны своим преимуществам в следующих показателях: хорошо впитывают влагу и обладают высокой воздухопроницаемостью, мягкие и удобные в носке, имеют достаточную теплоизоляцию [1]. Однако, использование данного вида материала, обладая высокими достоинствами, недостаточно для изготовления рабочей одежды. Так как в настоящее время, одним из основных требований к текстильным материалам является защита от общих производственных загрязнений и неблагоприятных воздействий погодных условий. Для достижения данной цели текстильные материалы подвергаются обработке гидрофобными аппретами [2-3]. Существующие гидрофобные аппреты, применяемые на стадии

заключительной отделки, могут как положительно, так и отрицательно влиять на некоторые характеристики материалов.

Так и применение любых химических соединений в текстильной промышленности, образующих пленки на поверхности, приводит к понижению гигиенических показателей [4]. Гигиенические характеристики материалов играют высокую роль при проектировании одежды [5]. Таким образом, возникает интерес к исследованию влияния водоотталкивающей пропитки на основе силана и хлорпарафина на гигиенические характеристики текстильного материала.

Ранее нами получена водоотталкивающая пропитка с применением следующих компонентов и концентраций: дистиллированная вода комнатной температуры (92,50 мл), силан марки А-1100 (5,00 мл) и хлорпарафин (ХП) марки ХП-470 (2,50 мл). Подтвержденные результаты опытных образцов, полученные экспериментальным путем и сравнительный анализ образцов промышленных аналогов представлены в таблице 1.

Таблица 1

Гидрофобные характеристики исследуемых материалов

Наименование образцов		Наименование показателей		
		время впитывания капли, мин	краевой угол смачивания, град.	водоупорность, см.вод.ст
Контрольные образцы	«Саржа Балтийский текстиль»	0	63	1,33
	«Брезент ТканиТЕКС»	0	65	2,40
Опытные образцы	«Саржа Балтийский текстиль» (Силан + ХП)	60	116	19,4
	«Брезент ТканиТЕКС»(Силан + ХП)	60	117	12,3
Промышленные аналоги	«Саржа-240», Балтийский текстиль с ВО отделкой	37	103	11,97
	Саржа «Канвас» с ВО отделкой (Китай)	26	96	11,13
	Саржа Премьер Cotton 250, «Чайковский текстиль»	60	103	20,31
	Брезент «Балтийский текстиль» с ВО отделкой	42	96	10,03

Оценку изменения гигиенических характеристик обработанных материалов определяли по показателю паропроницаемости. Паропроницаемость определяется как количество паров воды, прошедшее через единицу площади образца за единицу времени по ГОСТ 22900-78. Образцы для эксперимента предварительно выдерживались при нормальных условиях, а затем помещались в термостат. В термостате устанавливали специальные ёмкости, содержащие дистиллированную воду объёмом (25 ±1) мл. После включался нагрев до температуры (32 ±1) °С. На ёмкость сверху помещали полимерную пластину с

испытуемым образцом, которую накрывали металлической пластиной. Ёмкость герметично закрывали крышкой. До и после испытания измеряли массу каждой ёмкости. Образцы выдерживали в термостате в течение 8 часов.

Полученные результаты паропроницаемости исследуемых образцов представлены на рис.1.

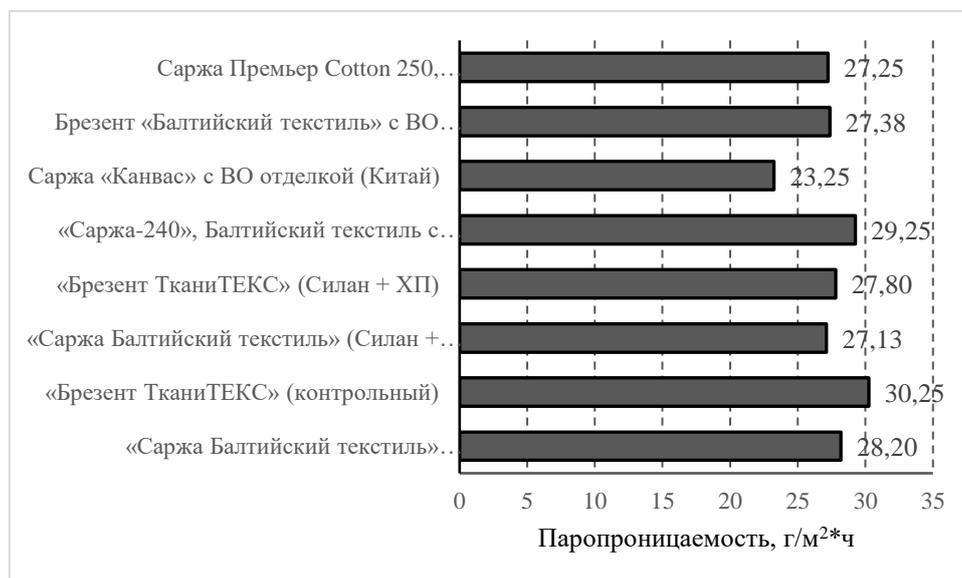


Рис.1. Результаты паропроницаемости исследуемых материалов

Полученные результаты показали, что обработанные пропиткой образцы саржи пропускают на 4% (образцы брезента на 8%) меньше паров воды по сравнению с не обработанными - контрольными образцами. По сравнению с промышленными аналогами, выявлено, что результаты опытных образцов саржи и брезента идентичны с образцами «Премьер Cotton 250» и «Брезент Балтийский текстиль». Однако, показатель паропроницаемости у образцов «Канвас» на 17% ниже, чем у образцов, обработанных пропиткой из силана и ХП. Возможно, низкий показатель паропроницаемости связан с пропиточным составом, применяемым для обработки образца-аналога. При сравнении с образцами «Саржа-240» полученный результат на 8% выше, чем у опытных образцов. Следует отметить, у данных образцов («Саржа-240») гидрофобные свойства недостаточно высоки по сравнению опытными образцами (краевой угол смачивания <13%; водоупорность <62%).

Поскольку рабочая одежда используется в разнообразных областях промышленности и подвергается воздействию различных условий, необходимо обратить особое внимание на сферы деятельности, где присутствует повышенная влажность воздуха. В связи с этим проведено исследование параметра гигроскопичности материалов.

Под гигроскопичностью материалов понимается их способность к поглощению и отдаче водяных паров из окружающей среды. Исследование показателя гигроскопичности проводилось по ГОСТ 3816-81. Полученные результаты представлены на рис.2.

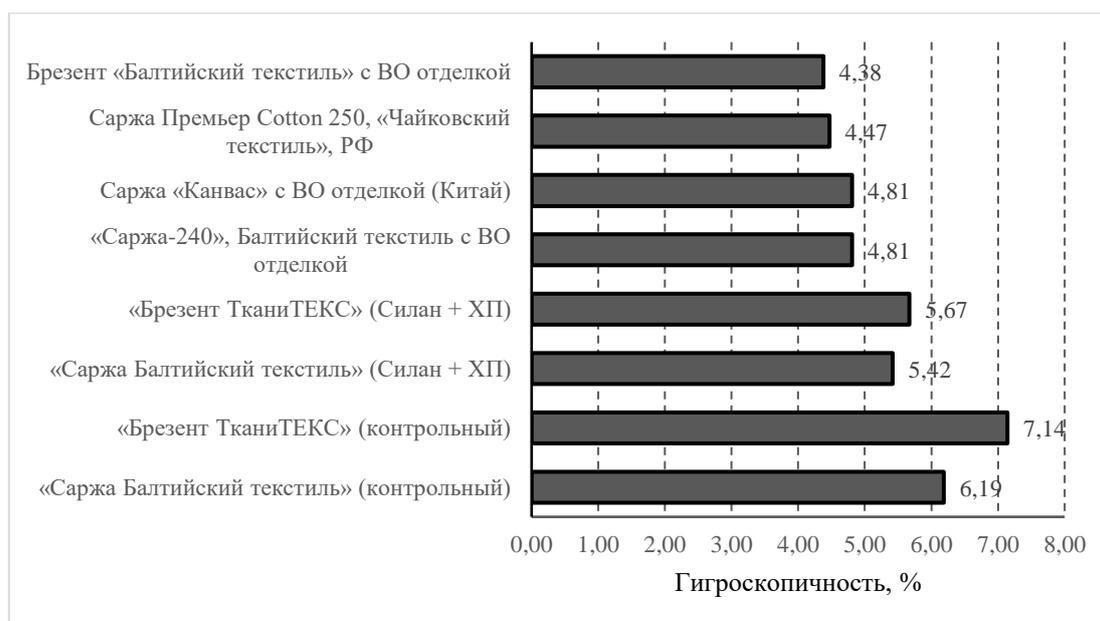


Рис.2. Результаты гигроскопичности исследуемых материалов

Из рисунка 2, можно сделать вывод о том, что показатель гигроскопичности не обработанных образцов саржи и брезента выше на 14% и 23% обработанных образцов соответственно.

Эти данные подтверждают ранее полученные результаты о гидрофобных свойствах материалов. Полученные результаты соответствуют требованиям ГОСТ 12.4.280-2014, который устанавливает минимальные требования к рабочей одежде (не менее 5 % нормативных показателей). По сравнению с промышленными аналогами, результаты исследования показывают, что обработанные образцы саржи имеют более высокий показатель гигроскопичности на 12 %, а брезента — на 29 %.

Таким образом, можно заключить, о том, что, обработка текстильных материалов пропиткой на основе силана и ХП не ухудшает их гигиенические характеристики и может использоваться для разработки рабочей одежды. Однако требуются дальнейшие структурные исследования для более глубокого понимания влияния обработки на свойства материалов и их долговечность.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Нуркулов, Ф. Н. Повышение огнестойкости текстильных тканей на основе целлюлозы / Ф. Н. Нуркулов, А. Р. Раупов, А. Т. Джалилов // *Universum: технические науки*. – 2021. – № 7-2(88). – С. 79-82. – DOI 10.32743/UniTech.2021.88.7.12111. – EDN BVPUNM.
2. Халилова, А. А. К вопросу о применении раствора силана в качестве заключительной отделки в производстве текстильных материалов / А. А. Халилова, Н. В. Тихонова // *Костюмология*. – 2022. – Т. 7.-№ 1. – EDN UMVSWY.
3. Набиев Н.Д. Изучение процесса гидрофобизации хлопчатобумажных текстильных материалов новыми аппретами // *Universum: технические науки: электрон. Научн. Журн*. 2022. 4(97). С. 8-11 URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/13400>
4. Махоткина, Л. Ю. Производство рабочей одежды с учетом гидрофобных свойств текстильных материалов / Л. Ю. Махоткина, А. А. Халилова // *Евразийское Научное Объединение*. – 2020. – № 8-2(66). – С. 110-114. – EDN MIEGYZ.
5. Хамматова, В. В. Разработка экспериментальной партии образцов наноструктурированных текстильных материалов с повышенными гигиеническими и прочностными свойствами / В. В. Хамматова, К. Э. Разумеев // *Текстильная и легкая промышленность*. – 2018. – № 3-4. – С. 34-37. – EDN JDRFHW.

## **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ РЕГЕНЕРИРОВАННЫХ ВОЛОКОН ИЗ ТЕКСТИЛЬНЫХ ОТХОДОВ**

### **IMPROVEMENT OF THE TECHNOLOGICAL PROCESS OF OBTAINING REGENERATED FIBERS FROM TEXTILE WASTE**

И.Г. Хосровян, А.А. Жукова, А.А. Хосровян, Б.Э. Манджари, Г.А. Хосровян  
I.G. Khosrovyan, A.A. Zhukova, A.A. Khosrovyan, B.E. Mandzhari, G.A. Khosrovyan

Ивановский государственный политехнический университет,  
Ivanovo State Politechnical University  
E-mail: khosrovyan\_haik@mail.ru

Рассматривается технологический процесс регенерации волокон из текстильных отходов на действующих текстильных предприятиях. Обозначены недостатки регенерированных волокон из текстильных отходов, в связи с большим содержанием комплексов волокон в волокнистой массе после регенерации, что отрицательно влияет на технологический процесс получения пряжи, а также качественных нетканых материалов.

Выполненное совершенствование технологического процесса регенерации волокон из текстильных отходов заключается во включении в технологическую линию оборудования, обеспечивающего максимальный выход количества одиночных волокон за счет разделения волокнистой массы на одиночные волокна и комплексы волокон, которые отправляются на повторную регенерацию волокон.

Для определения режима наилучшего их удаления из волокнистой массы и места установки сороудаляющих устройств были использованы результаты теоретического исследования траекторий движения непрядомых волокон в межвитковом пространстве пильчатых барабанов в разработанном оборудовании для дополнительного разрыхления, очистки, рассортировки волокон, их распределения и транспортировки.

**Ключевые слова:** текстильные отходы, регенерированные волокна, комплексы волокон, рассортировка волокон, возврат комплексов волокон на повторную регенерацию.

The technological process of fiber regeneration from textile waste at operating textile enterprises is considered. The disadvantages of regenerated fibers from textile waste are identified due to the high content of fiber complexes in the fibrous mass after regeneration, which negatively affects the technological process of obtaining yarn, as well as high-quality nonwoven materials. The implemented improvement of the technological process of fiber regeneration from textile waste consists in including in the technological line equipment that ensures the maximum yield of single fibers by dividing the fibrous mass into single fibers and fiber complexes, which are sent for repeated fiber regeneration.

To determine the best mode for their removal from the fibrous mass and the location of the installation of trash removal devices, the results of a theoretical study of the trajectories of movement of non-spinning fibers in the inter-turn space of saw-tooth drums in the developed equipment for additional loosening, cleaning, sorting of fibers, their distribution and transportation were used.

**Keywords:** textile waste, regenerated fibers, fiber complexes, fiber sorting, return of fiber complexes for regeneration.

Разработка технологий и оборудования для производства новых видов материалов для различных отраслей народного хозяйства, на основе использования регенерированных волокон, полученных из текстильных отходов, становится актуальной.

В настоящее время в Ивановской области появилось несколько новых предприятий, которые занимаются переработкой текстильных отходов с целью получения регенерированных волокон, таких как ООО «Текстиль Омега», ОАО «Ивата», ООО «ЭкоМир» ООО, «Производственная компания ТексСтрим».

Однако, волокнистая масса, полученная при регенерации волокон из текстильных отходов, используемая для изготовления текстильной продукции, содержит как отдельные элементарные, так и комплексы волокон.

Это характерно для предприятий Ивановской области специализирующихся на переработке текстильных отходов и для зарубежных технологических линий для регенерации волокон фирм LAROCHE», «Rolando Machine Tessili» (Италия), Qingdao New Shunxing Environmental Protection and Technology Co.,Ltd (Китай).

Обычно, волокнистая масса после регенерации волокон из текстильных отходов содержит как отдельные одиночные волокна, так и комплексы волокон более 40 %, что отрицательно влияет на технологический процесс получения пряжи, а также качественных нетканых материалов.

С целью снижения содержания комплексов волокон в волокнистой массе, полученной после регенерации, разработчики технологий и оборудования для регенерации волокон из текстильных отходов идут по пути увеличения количества и степени механического воздействия рабочих органов на волокнистую массу, при этом происходит не только увеличение содержания одиночных волокон, но и уменьшение их длины с одновременным ростом содержания коротких волокон в волокнистой массе.

В связи с этим была поставлена задача совершенствования технологического процесса регенерации волокон из текстильных отходов на основе включения в технологическую линию оборудования, обеспечивающего максимальный выход количества одиночных волокон за счет разделения волокнистой массы на одиночные волокна и комплексы волокон, которые отправляются на повторную регенерацию волокон.

Ранее нами в работе [1] рассмотрено поведение одиночных волокон при аэродинамическом съеме в оборудовании для разрыхления, рассортировки и транспортировки в зависимости от угла наклона зуба гарнитуры, скорости воздушного потока, частоты вращения барабана, а также выполнены теоретические исследования зоны аэродинамического съема для определения условий аэродинамического съема волокна, находящегося в межвитковом пространстве, в зависимости от сил, действующих на свободную часть волокна. Определена длина свободной части волокна, не контактирующей с гарнитурой, при которой происходит аэродинамический съем волокна.

Также нами были проведены теоретические исследования процесса очистки волокнистой массы в процессе разрыхления [2] и процесса взаимодействия волокнистой массы с рабочими элементами вращающихся барабанов [3-5].

Далее выполнено теоретическое исследование траекторий движения непрямоугольных волокон в межвитковом пространстве пыльчатых барабанов в разработанном оборудовании для дополнительного разрыхления, очистки, рассортировки волокон, их распределения и транспортировки, т.к. это имеет большое значение для определения режима наилучшего их удаления из волокнистой массы и места установки сороудаляющих устройств.

Получены формулы для определения минимального (1), максимального (2) и среднего (3) значения окружной скорости воздуха в межвитковом пространстве.

$$(V_a)_{min} = \omega_{\phi} (R_{\phi} - h_3) , \quad (1)$$

где  $\omega_{\phi} = \pi n_{\phi} / 30$  - угловая скорость вращения пыльчатого барабана.

Учитывая, что окружная скорость пыльчатого барабана  $V_{\phi} = \pi d_{\phi} n_{\phi} / 60$ , где  $d_{\phi} = 2R_{\phi}$  – диаметр пыльчатого барабана, получаем

$$(V_a)_{min} = V_{\phi} (R_{\phi} - h_3) / R_{\phi} , \quad (2)$$

Максимально возможное значение окружной скорости воздуха в межвитковом пространстве приняли равным  $(V_a)_{min} = V_{\phi}$ . За значение окружной скорости воздуха в межвитковом пространстве приняли среднюю величину

$$V_{a,cp} = 0,5[(V_a)max + (V_a)min] . \quad (3)$$

Учитывая, что величина  $\alpha$  (угол наклона зуба пильчатой гарнитуры) изменяется от 660 до 990, тогда

$$0,44V_b \leq V_{a,cp} \leq 0,61V_b . \quad (4)$$

Также в результате теоретических исследований были выведены аналитические зависимости для расчета траекторий движения непрядомых волокон в межвитковом пространстве.

Показано, что определение положения непрядомого волокна в межвитковом пространстве может быть сведено к численному решению нелинейного уравнения с одним неизвестным, позволяющего определить глубину проникновения непрядомого волокна в межвитковое пространство, а также время, проходящее от момента взаимодействия с зубом пильчатой гарнитуры до столкновения непрядомого волокна с основанием пильчатого барабана.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Хосровян И.Г. Теоретические исследования оптимальных условий протекания процесса аэродинамического съема/ И.Г. Хосровян, С.А. Родионов, А.А. Хосровян, Д.А. Пирогов, Г.А. Хосровян // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2024. – № 3. – С. 202-206.
2. Хосровян И.Г. Общая теория динамики волокнистых комплексов в процессе их взаимодействия с рабочими органами разрыхлителя / И.Г. Хосровян, Т.Я. Красик, Г.А. Хосровян // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012. – № 6. – С. 194-97.
3. Хосровян А.Г. Математическое моделирование процесса очистки волокнистых материалов в разрыхлителе-очистителе / А.Г. Хосровян, Г.А. Хосровян // Международный научно-исследовательский журнал. – 2021, Часть 1. – №4 (106). – С. 86-92.
4. Хосровян А.Г. Теоретические исследования процесса движения волокнистого клочка по рабочему элементу барабана разрыхлителя-очистителя / А.Г. Хосровян, А.А. Жукова, И.Г. Хосровян, Г.А. Хосровян // Международный научно-исследовательский журнал. –2022 Часть I, №7. С 23-31.
5. Хосровян И.Г. Математическое моделирование процесса разрыхления волокнистой массы в зоне колосниковой решетки на разработанном оборудовании/ С.А. Родионов, А.А. Жукова, Г.А. Хосровян//Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2023. - №1 - С. 127-132.

## **ПРИМЕНЕНИЕ САХАРНЫХ СПИРТОВ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ОХЛАЖДАЮЩЕГО ТЕКСТИЛЯ**

### **USING SUGAR ALCOHOLS TO CREATE COOLING TEXTILES**

Г.Н. Хуснутдинова, Д.Ю. Михайлова, А.А. Азанова  
G.N. Khusnutdinova, D.Yu. Mikhailova, A.A. Azanova,

Казанский национальный исследовательский технологический университет  
Kazan National Research Technological University  
E-mail: khusnutdinovaGN@corp.knrtu.ru, mikhaylovadina04@gmail.com,  
azanovaAA@corp.knrtu.ru

**В работе представлены результаты исследований по разработке трикотажных полотен с охлаждающим эффектом с применением сахарных спиртов - ксилита и эритрита. Проведен их сравнительный анализ по растворимости и отрицательной теплоте растворения. Исследовано влияние концентрации ксилита и эритрита на жесткость трикотажных полотен. Подобран состав композиции, содержащей сахарные спирты, на основе акрилового полимера. Проведена оценка охлаждающего эффекта отделанных трикотажных полотен методом термографии.**

**Ключевые слова:** сахарный спирт; ксилит; эритрит; тепловой комфорт; потоотделение; охлаждающая пропитка; трикотажное полотно; акриловый полимер; термография.

**The paper presents the results of research into the development of knitted fabrics with a cooling effect using sugar alcohols - xylitol and erythritol. A comparative analysis of their solubility and negative heat of solution was carried out. The effect of xylitol and erythritol concentration on the rigidity of knitted fabrics was studied. The composition of a composition containing sugar alcohols based on an acrylic polymer was selected. The cooling effect of the finished knitted fabrics was assessed using the thermography method.**

**Key words:** sugar alcohol; xylitol; erythritol; thermal comfort; sweating; cooling impregnation; knitted fabric; acrylic polymer; thermography.

Значимым требованием при разработке современного текстиля остается защитная функция текстильных материалов, в том числе от повышенных температурных условий окружающей среды. Текстиль, являясь связующим звеном между телом человека и окружающей средой, играет важную роль в процессе теплообмена. Любой текстиль поглощает тепло от человеческого тела, затем выделяет его в окружающую среду, при этом температура самого текстиля снижается. Разработка текстиля для индивидуального охлаждения в жарких и влажных условиях позволяет экономить энергию, затрачиваемую на обеспечение работы традиционных систем охлаждения [1].

Тепловой комфорт – это функциональное состояние организма человека, выражающее удовлетворенность тепловой средой, субъективно оцениваемое как наиболее оптимальное [2]. Важно поддерживать тепловой комфорт, поскольку температурный режим, в котором находится организм имеет решающее значение для сохранения физического и психологического здоровья и работоспособности человека [3].

Человеческое тело постоянно вырабатывает метаболическое тепло и рассеивает его в окружающую среду, чтобы поддерживать гомеостаз [4]. Как правило, существует четыре различных пути отвода тепла, способствующих нейтральному микроклимату: излучение, кондукция, конвекция и испарение (рис. 1) [5]. Эти четыре пути работают в совокупности для достижения стабильной температуры тела, но их важность варьируется в зависимости от обстоятельств [6]. Например, теплотери человеческого тела за счет излучения в среднем инфракрасном диапазоне волн составляют основную часть общих теплотерь, при нахождении человека в помещении обычного типа, [5] в то время как организм теряет большую часть тепла за счет испарения пота во время интенсивных физических упражнений [7].



Рис. 1. Пути отвода тепла человеческим телом

Именно при условиях повышенного потоотделения актуально использование сахарных спиртов – ксилита и эритрита, растворение которых в воде (в случае с одеждой – пота) сопровождается эндотермической химической реакцией. Важным преимуществом данных веществ является их нетоксичность и безопасность для человека и окружающей среды.

На рис. 2 приведены графики растворимости ксилита и эритрита в воде, которая характеризует реактивность данных веществ как для прохождения эндотермической реакции с потом, так и для проведения жидкостных процессов функциональной отделки текстильных материалов.

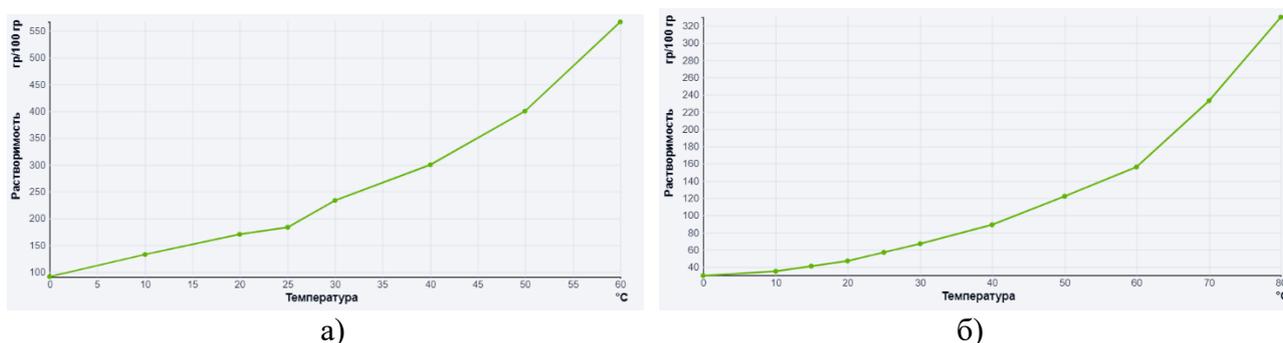


Рис. 2. Растворимость ксилита (а) и эритрита (б) в воде [8, 9]

Отрицательная теплота растворения ксилита составляет 30-45 г/кал, в зависимости от химической чистоты продукта. Эритрит отличается от других сахарных спиртов тем, что он обладает очень большой отрицательной теплотой растворения – около 42-45 г/кал, но менее растворим в воде [10]. Поэтому первым этапом исследования было растворение ксилита и эритрита в воде комнатной температуры (20 °C) с варьированием концентрации сахарных спиртов в растворе от 10% до 50% с последующим погружением образцов полиэфирного трикотажного полотна при модуле ванны 1:20 от массы образцов с дальнейшей сушкой при комнатной температуре. Оценку охлаждающего эффекта проводили методом термографии с помощью инфракрасного тепловизора A-BF RX 500 после распыления воды для имитации потоотделения (рис. 3).

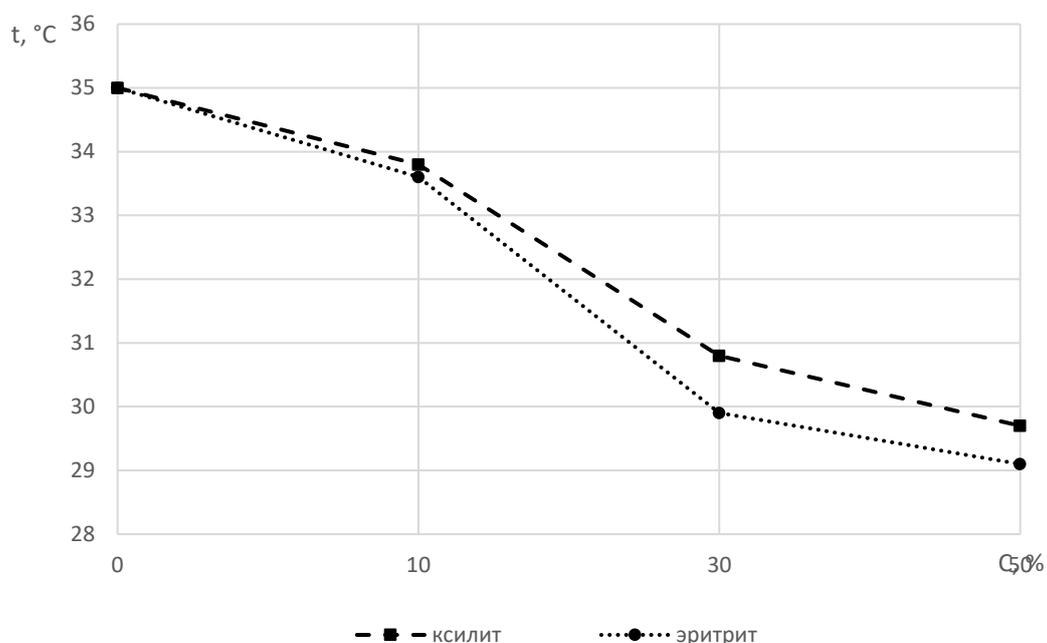
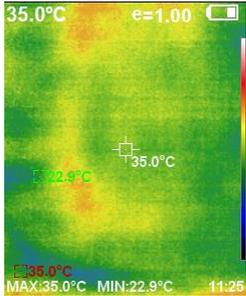
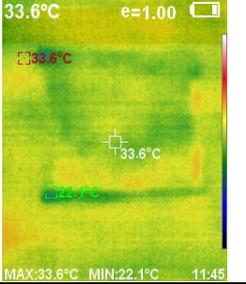
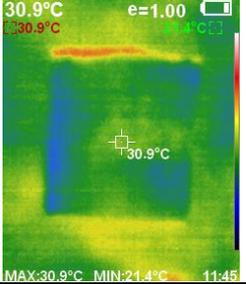
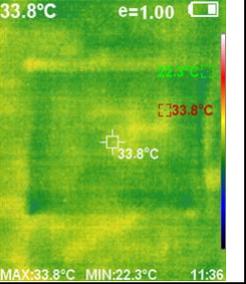
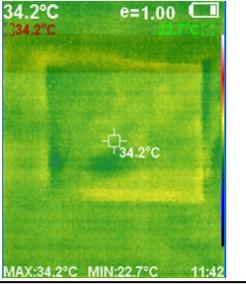
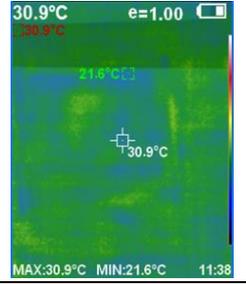
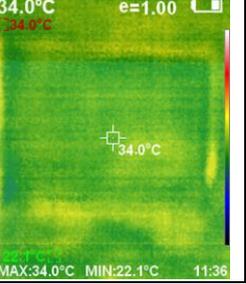


Рис. 3. Охлаждающий эффект трикотажного полотна, пропитанного в растворе ксилита или эритрита, в зависимости от концентрации сахарного спирта в растворе

При рассматриваемых условиях достигался охлаждающий эффект 2-5°C. Однако, при концентрации сахарных спиртов выше 10% наблюдалось значительное повышение жесткости трикотажных полотен, измерение данного показателя проводили на приборе МТ-360.

Выбрав рабочую концентрацию сахарных спиртов, рассмотрели влияние акриловых полимеров на охлаждающий эффект трикотажа. Акриловые полимеры обладают высокими адгезионными свойствами и повышают водо- и погодостойкость субстратов [11]. В состав охлаждающей пропитки также добавили смачиватель для повышения гидрофильности полиэфирных трикотажных полотен. После погружения образцов в охлаждающую пропитку производили сушку и стабилизацию полимера. В табл. 1 представлены термофотографии полученных образцов при варьировании концентрации акрилового полимера в составе охлаждающей пропитки и контрольного образца без обработки после распыления воды для имитации потоотделения.

Охлаждающий эффект трикотажного полотна в зависимости от концентрации акрилового полимера

Контрольный	Ксилит, 10%		
	акриловый полимер, 2,5%	акриловый полимер, 5,0%	акриловый полимер, 10,0%
			
	Эритрит, 10%		
	акриловый полимер, 2,5%	акриловый полимер, 5,0%	акриловый полимер, 10,0%
			

Наибольший охлаждающий эффект наблюдается при концентрации акрилового полимера равной 5% от массы суспензии.

Таким образом, в ходе исследования определены рабочие концентрации веществ в составе охлаждающей пропитки на основе сахарных спиртов для полиэфирных трикотажных полотен. При рассматриваемых условия отделки достигается охлаждающий эффект равный 2-5°C при увлажнении материала. Этот способ функциональной отделки трикотажа подходит для создания охлаждающего текстиля различного назначения.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Yang, L., Yan, H., and Lam, J.C. Thermal comfort and building energy consumption implications - a review. *Appl. Energy*, 2014. №115, P. 164–173.
2. ANSI/ASHRAE (2017). Standard 55 Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy (ASHRAE).
3. Chan, A.P.C., and Yi, W. Heat stress and its impacts on occupational health and performance. *Indoor Built Environ*, 2016. № 25, P. 3–5.
4. Charkoudian, N. Human thermoregulation from the autonomic perspective. *Auton. Neurosci. Basic Clin.*, 2016. №196, P. 1–2.
5. Hardy, J.D., and Dubois, E.F. Regulation of heat loss from the human body. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.*, 1937. №23, P. 624–631.
6. Nakamura, K. Central circuitries for body temperature regulation and fever. *Am. J. Physiol. Regul. Integr. Comp. Physiol*, 2011. №301, P. 1207–1228.
7. Wendt, D., van Loon, L.J.C., and Lichtenbelt, W.D.V.M. Thermoregulation during exercise in the heat - strategies for maintaining health and performance. *Sports Med.*, 2007. №37, P. 669–682.
8. Ксилит. Материал из «Выращивание кристаллов» [Электронный ресурс]. URL: <https://ru.crystals.info/%D0%9A%D1%81%D0%B8%D0%BB%D0%B8%D1%82> (дата обращения 24.09.2024).

9. Эритрит. Материал из «Выращивание кристаллов» [Электронный ресурс]. URL: <https://ru.crystals.info/%D0%AD%D1%80%D0%B8%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%82> (дата обращения 24.09.2024).
10. Кондитерское изделие с усиленным охлаждающим действием и способ его получения: пат. 2264122 Рос. Федерация. №2002132383/13; заявл. 02.04.2001; опубл. 20.11.2005, Бюл. №32. 10с.
11. Михайлова, В.Е., Епишкина, В.А, Целмс, Р.Н., Васильев, В.К. Создание безопасной технологии заключительной отделки целлюлозосодержащих тканей при использовании водных дисперсий акриловых латексов // Известия Санкт-Петербургского государственного технологического института (технического университета). Санкт-Петербург, 2018. №42. С. 74-77.

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ШВЕЙНЫХ МАШИН ДЛЯ ОБРАБОТКИ ПРОРЕЗНЫХ КАРМАНОВ

### EFFICIENCY OF AUTOMATED SEWING MACHINES FOR PROCESSING WELT POCKETS

С.С. Черногалова<sup>1</sup>, С.О. Абилова<sup>2</sup>, О.В. Радченко<sup>1</sup>, А.А. Малушенко<sup>2</sup>, Н.М. Серов<sup>2</sup>  
S.S. Chernogalova<sup>1</sup>, S.O. Abilova<sup>2</sup>, O.V. Radchenko<sup>1</sup>, A.A. Malushenko<sup>2</sup>, N.M. Serov<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ивановский государственный политехнический университет

<sup>2</sup>ООО «СРВ - ГРУПП» (Иваново)

<sup>1</sup>Ivanovo State Polytechnic University

<sup>2</sup>LCC «SRV GROUPS» (Ivanovo)

E-mail: [sofi.tchernogalova@yandex.ru](mailto:sofi.tchernogalova@yandex.ru), [sabinaabilova07683@gmail.com](mailto:sabinaabilova07683@gmail.com), [radchenko@yandex.ru](mailto:radchenko@yandex.ru),  
[a.malushenko.ru\\_design.serovski@gmail.com](mailto:a.malushenko.ru_design.serovski@gmail.com)

Рассмотрен вариант эффективного использования автоматизированных универсальных швейных машин по аналогии с полуавтоматами контурного шитья с числовым программным управлением на примере обработки входа прорезного кармана брюк в шаблоне.

**Ключевые слова:** автоматизированные швейные машины, швейный полуавтомат, числовое программное управление, шаблон, программирование машины «шитьё постоянного размера», прорезной карман брюк, производительность, оперативное время.

An option for the effective use of automated universal sewing machines by analogy with semi-automatic contour sewing with numerical control is considered on the example of processing the entrance of a slotted trouser pocket in a template.

**Keywords:** automated sewing machines, semi-automatic sewing machine, numerical control software, pattern, programming the machine «sewing of a constant size», welt pocket of trousers, efficiency, operational time.

Технологии швейного производства развиваются в направлении автоматизации технологических процессов. Индустрия 5.0 создаст среду для совместной работы, которая повлияет на эффективность и результативность в большинстве аспектов производства. Одним из наиболее важных компонентов будет интерфейс человек-машина.

Сегодня на рынке широко представлены разные модели полуавтоматов контурного шитья с числовым программным управлением (ЧПУ) [1], которые дополнительно оснащаются опцией резки обрабатываемых материалов с помощью ножа или лазера. В зависимости от модели и размеров поля шитья фиксация деталей кроя может быть в специальной прижимной рамке машины или изготовленном под индивидуальную операцию шаблоне. Многооперационность таких машин делает их более привлекательными по сравнению с классическими швейными полуавтоматами. К классическим швейным полуавтоматам отнесем машины, ориентированные на выполнение конкретной операции, обработку унифицированного шва или узла швейного изделия, которые могут быть адаптированы к определенному ассортименту, например, обработка разреза детали под застежку «поло», стачивание срезов, вытачек и складок мужских костюмов, обработка входа в прорезной карман, соединение накладных карманов и т.п. [2].

Сопоставлена трудоемкость обработки входа в прорезной карман на машинах полуавтоматах контурного шитья по шаблонам и на узкоспециализированных. В таблице 1 приведен анализ производительности нескольких популярных моделей машин.

Анализ производительности швейных полуавтоматов

Марка машины, производитель	Наименование	Производительность
JUKI APW-896 NS12 Z R2K	Классический полуавтомат для обработки прорезных карманов «в рамку» и «в листочку», с клапаном или без клапана, прямых и наклонных	12,5 - 15,2 с – карман без клапана; 15,2 - 18,0 с – карман с клапаном
JACK JK-T5878-68	Классический полуавтомат для обработки прорезных карманов «в рамку» и «в листочку», с клапаном или без клапана	14,4 - 36,0 с – карман
Durkopp Adler 756-A	Классический полуавтомат для изготовления прямых, косых карманов «в рамку» и «в листочку», с клапаном или без клапана	18,0 - 22,2 с – карман в рамку с листочкой, с клапаном; 11,1 - 13,1 с – задний карман брюк в рамку
Durkopp Adler 756-F	Классический полуавтомат для обработки прямых и косых карманов «в рамку» и «в листочку», с клапаном или без клапана, с полностью автоматическим устройством подачи и устройством совмещения рисунков.	24,0 - 28,8 с – прямой или наклонный одинарный или двойной прорезной карман с клапаном на тканях с рисунком; 14,4 - 18,0 с – прямой или наклонный одинарный или двойной прорезной карман с клапаном на однотонных тканях
JACK MS-100A	Полуавтомат контурного шитья по шаблонам с функцией лазерной резки	18,0 - 20,0 с – карман прорезной на брюках или пиджаке
JOYEE JY-K850h JY-K950h	Полуавтомат контурного шитья по шаблонам с функцией резки ножом	32,0 с – задний карман брюк в рамку

Классические полуавтоматы для прорезных карманов оснащены: двух игольными швейными головками; устройствами для разрезания детали по линии входа и уголках кармана; специальными лапками и шаблонами, совершающими в автоматическом режиме формирование обтачек (листочки) с надежной фиксацией текстильных материалов, которое позволит выполнить ниточное соединение и разрезать основную деталь с долевином за один цикл шитья. Обработка входа в карман на полуавтоматах контурного шитья более трудоемкая, т.к. шаблон не обеспечивает сложное пространственное расположение обтачек кармана, поэтому программа цикла шитья включает два этапа с остановкой. Первый этап – разрезание деталей по линии входа и уголков кармана, остановка. После того как оператор заправит детали обтачек кармана, клапана, подкладки кармана и нажмет на пуск, машина выполнит второй этап цикла шитья – настрачивание деталей кармана на основную деталь [1].

Для малых предприятий внедрение машины контурного шитья с ЧПУ не всегда является рентабельным. Машина имеет высокую стоимость, большие габариты. Необходим специалист для изготовления шаблонов и программирования цикла шитья. Наличие опции лазерной резки потребует принудительной вентиляции. Актуальной задачей является использовать все возможности современных универсальных швейных машин для повышения качества обработки.

В работе объектом исследования являлся процесс использования универсальной автоматизированной швейной машины челночного стежка с системой Iot для шитья с шаблонами. Рассмотрены популярные марки Jack A7+ и Jack A60+ компании Jack

Technology.LTD, Juki DDL 900CS-H с приложением Juki Smart App. BROTHER S-7300A-903P NEXIO PREMIUM.

Обоснование выбора машины:

- позволяет запрограммировать фигуру шитья, включающую закрепки и отрезки строчек с заданным количеством стежков, подъем лапки и обрезку ниток в конце строчки;
- бюджетный вариант для швейных предприятий небольшой мощности;
- наличие IoT для передачи настроек на другие машины и получения отчетов в системе «производство».

Предметом исследования в работе является технология изготовления шаблонов для прорезных карманов брюк (рис. 1) с клапаном и листочкой или с двумя обтачками «в рамку».

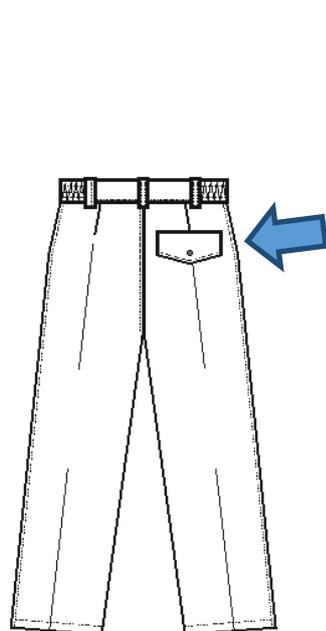


Рис. 1. Брюки мужские (вид сзади)

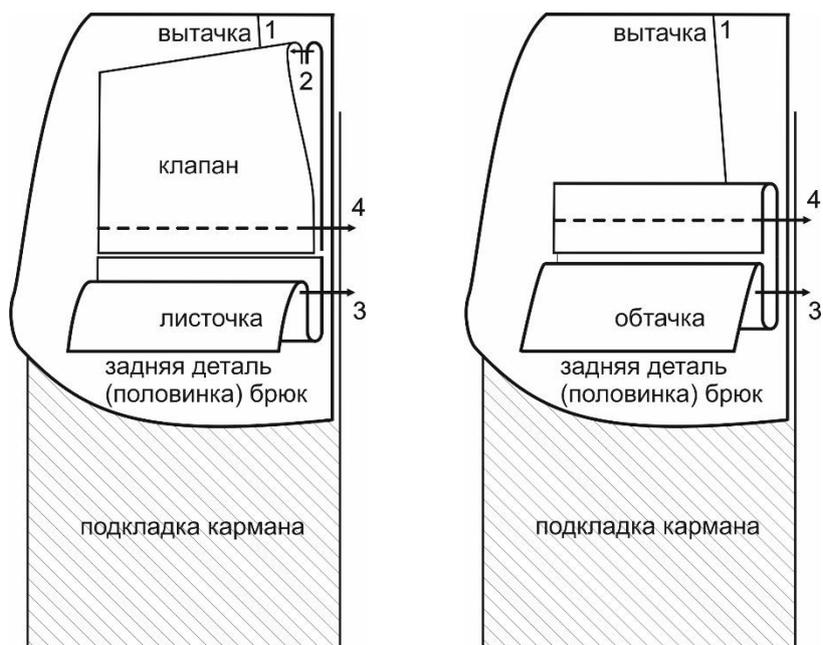


Рис. 2. Полуфабрикат узла после обработки в шаблоне

Из технической литературы по технологии изготовления одежды выбран вариант обработки кармана, в котором подкладка кармана служит долевиком, поэтому должна быть размещена на изнаночной стороне основной детали брюк до строчек соединения листочки и клапана.

Качество обработки напрямую зависит от выполнения строчек, формирующих рамку кармана, поэтому операции настрачивания листочки (или обтачек) клапана (или подзора) предложено выполнять с использованием шаблона. Этап обработки узла в шаблоне включает: ориентация подкладки (при необходимости неклеевого долевика) относительно изнаночной стороны задней детали брюк, определение места расположения входа в карман и совмещения деталей (клапан, листочка или обтачки) с основной деталью, формирование края (сгиба) листочки или обтачки; выполнение строчек настрачивания деталей кармана на заднюю половинку брюк (строчки 3 и 4 на рис. 2).

Проведен поиск известных технических решений и сбор информации о способах обработки деталей и узлов в шаблонах на полуавтоматических и универсальных швейных машинах и конструкциях шаблонов. Подобран аналог шаблона для изготовления прорезного кармана в шаблоне на универсальной швейной машине.

Реализованы следующие проектно-технологические этапы:

1. Построены чертежи деталей шаблона в электронном виде с использованием векторных графических редакторов CorelDRAW и КОМПАС 3D, изготовлен макет шаблона, подобраны материалы и комплектующие для шаблона.

2. Выполнен поиск технического оснащения универсальной швейной машины челночного стежка, которое позволит шить по шаблонам. Подобран комплект К-1, включающий: прижимную лапку с тефлоновыми (или металлическими) колесиками, специальную игольную пластину с выступом, рейку с резиновыми зубчатыми пластинами. Осуществлен монтаж комплекта К-1 на швейную машину Jack A7+ для изменения зоны перемещения. Выполнено программирование машины с использованием функции «шитьё постоянного размера» с учетом длины строчки шитья в шаблоне. Фотография модернизированной швейной машина приведена на рис.3.

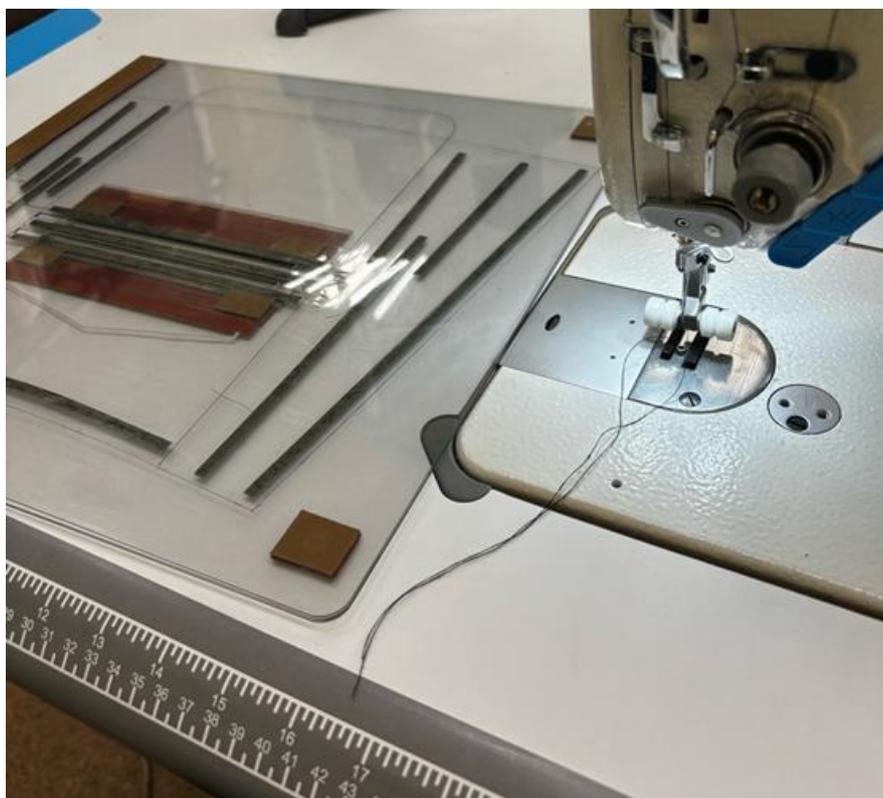


Рис. 3. Оснащение универсальной машины для шитья с шаблонами

3. Проведена апробация технологии изготовления узла в шаблоне на модернизированной универсальной автоматизированной швейной машине. Выявлены неточности в изготовлении шаблона, связанные с надежностью фиксации деталей шаблоне, с большой толщиной готового шаблона, с формированием сгибов обтачек и листочки.

4. Определены нормы времени на операции методом хронометражных наблюдений. Выполнена обработка результатов исследований, определено фактическое оперативное время выполнения операций №3 и №4 на модернизированной машине Jack A7+ с шаблоном для фиксации деталей, рассчитаны проценты распределения времени по процессам операции. На рисунке 4 приведен результат хронометражных замеров для кармана с листочкой и клапаном.

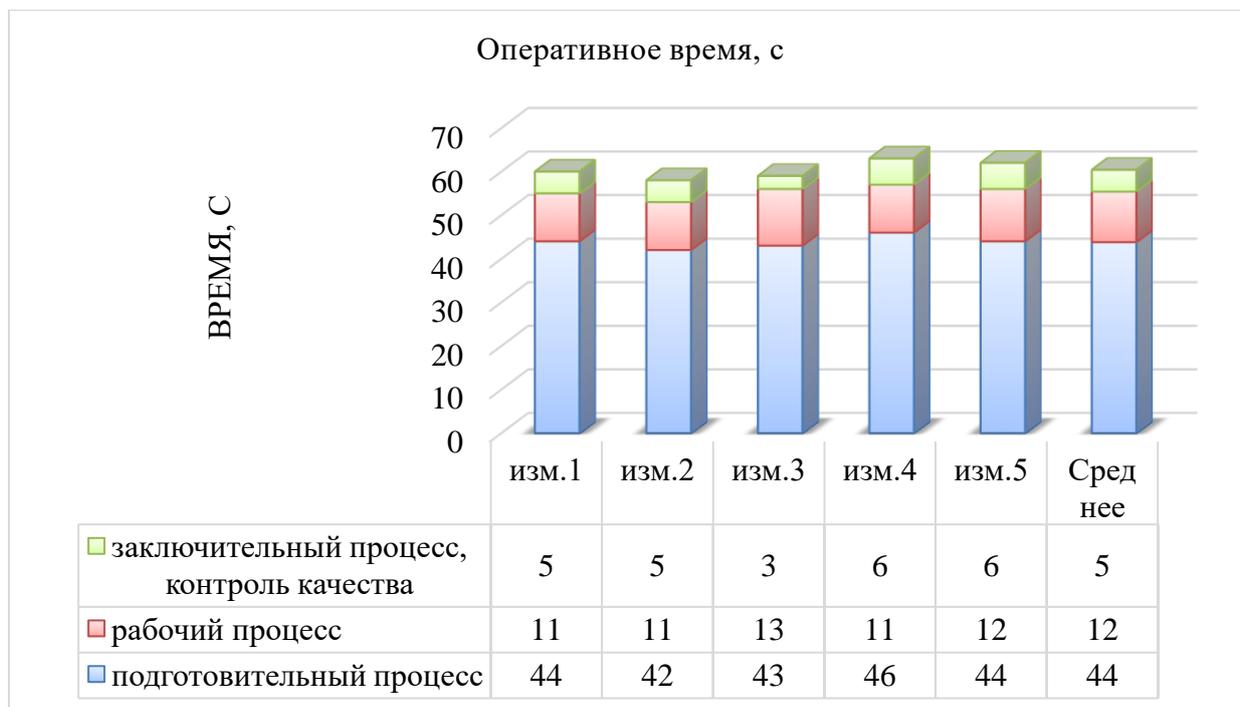


Рис. 4 – График оперативного времени выполнения операций

Фактическая норма времени на организационную операцию для одного кармана с листочкой и клапаном составила 69,47 с, время на подготовительно-заключительные процессы операции - 91,72 % от оперативного времени. Использование методов обработки с шаблонами на универсальной автоматизированной швейной машине снижает трудоемкость обработки узла на 56,44 % за счет исключения неделимых операций «намелка на основной детали расположения входа в карман», «намелка на основной детали с изнаночной стороны расположения подкладки кармана (или неклевого долевики)», «заутюживание листочки» и др.

Таким образом, эффективное использование универсальных автоматизированных швейных машин для шитья с шаблонами требует определенной проектно-технологической подготовки производства, включающей проектирование шаблона, обучение оператора новой технологии выполнения вспомогательных приемов операции, модернизации швейной машины. Регистрации фигуры «шитьё постоянного размера» с учетом длины строчки шитья в шаблоне на универсальной автоматизированной швейной машине позволит настроить функцию счетчика на машине для получения отчетов в системе «производство».

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Эффективность швейных машин контурного шитья / Бочкина Н.Д., Жукова А.М., Радченко О.В., Покровская Е.П. //Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоемкие технологии и материалы (SMARTEX). 2023. № 1. С. 59-61.
2. Проектирование агрегированных рабочих мест для соединения деталей швейных изделий из новых материалов / Радченко О.В., Козырев В.В., Белялов М.Ю.// Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоемкие технологии и материалы (SMARTEX). 2016. № 1-1. С. 312-316.

## ПОВЫШЕНИЕ ВИДИМОСТИ ДЕТСКОЙ ОДЕЖДЫ В ТЕМНОЕ ВРЕМЯ СУТОК

### INCREASING THE VISIBILITY OF CHILDREN'S CLOTHING AT NIGHT

С.С. Черногалова, М.М. Данилова, О.В. Радченко  
S.S. Chernogalova, M.M. Danilova, O.V. Radchenko

Ивановский государственный политехнический университет  
Ivanovo State Polytechnic University  
E-mail: michmogetwce@gmail.com

**Изготовлены и испытаны световозвращающие материалы, оценены такие показатели как: толщина, поверхностная плотность, жесткость при изгибе, разрывная нагрузка, стойкость к истиранию, коэффициент световозвращения, видимость в темное время суток в свете включенных фар. Разработана аппликация, обеспечивающая повышение видимости детской одежды.**

**Ключевые слова:** световозвращение, сигнальная одежда, текстильный материал, детская одежда

**Retroreflective materials were manufactured and tested, such indicators as: thickness, surface density, bending stiffness using the cantilever contactless method, breaking load, abrasion resistance, retroreflective coefficient, visibility at night in the light of the headlights on: when illuminated by low beam headlights, when illuminated by high beam headlights. An applique was made to increase the visibility of children's clothing.**

**Keywords:** retroreflection, signal clothing, textile material, children's clothing

Актуальность настоящего исследования обусловлена тем, что в последнее время возросла популярность функциональных текстильных материалов со световозвращающими свойствами. Сочетание безопасности с художественной привлекательностью сделали их весьма востребованными. Популярность световозвращающих (СВ) материалов выросла благодаря введению в 2015 году новых правил дорожного движения, в соответствии с которыми всем пешеходам рекомендуется иметь при себе предметы с СВ-элементами.

Видимость — это свойство, которое делает объект легко привлекающим визуальное внимание. Данное свойство имеет особенно важное значение в сложных окружающих средах при наличии в них визуально конкурирующих объектов. Видимость определяется контрастом яркости, цветовым контрастом, рисунком и конструкцией объекта, а также особенностями движений объекта относительно наблюдаемого фона.

В соответствии с ГОСТ 12.4.281—2021 [1] специальная одежда повышенной видимости предназначена для обеспечения видимости одетого в нее человека водителями транспортных средств при любой освещенности, и в условиях дневного света, и при освещении фонарями в темноте. Для изготовления одежды повышенной видимости используют три типа материалов:

- цветной флуоресцентный материал, предназначенный для усиления видимости,
- материал, который является световозвращающим отражателем (СВ-материал),
- комбинированный обладающий свойствами световозвращающего и флуоресцентного материалов одновременно.

На основе трех разных минимальных площадей световозвращающих, флуоресцентных и/или комбинированных материалов определены три класса предмета специальной одежды. Каждый из этих классов обеспечивает разный уровень видимости, например: класс 3 является классом, который обеспечивает самую высокую степень видимости на большинстве фонов, встречающихся в городской и сельской местностях в светлое и темное время суток. Пользователи должны выбрать требуемый эксплуатационный класс и соответственно специальную одежду согласно оценке риска места/ситуации, в которых требуется защита.

Цель настоящего исследования – изготовление, тестирование и выбор опытных образцов флуоресцентного и светоотражающего материала, отвечающего требованиям

ГОСТ 12.4.281-2021 [1], а также изготовление светоотражающего элемента для повышения видимости детской одежды.

В ходе исследования были изготовлены опытные образцы световозвращающих материалов. Световозвращающее покрытие, содержащее зеркальный и полимерный слой [2], наносилось на текстильные материалы ОМ1 и ОМ2. Так же было использовано 2 варианта стекломикрошариков (СМШ): диаметром 10 - 20 мкм, производитель Россия (вариант №1) и диаметром 40 - 60 мкм производитель Китай (вариант №2).

Всего изготовлено 4 варианта опытных образцов СВ материалов:

- образцы м1 и м2: текстильные материалы ОМ1 и ОМ2 со световозвращающим покрытием со СМШ варианта 1;
- образцы м3 и м4: текстильные материалы ОМ1 и ОМ2 со световозвращающим покрытием со СМШ варианта 2.

Тестирование изготовленных опытных образцов осуществляли с целью оценки их соответствия требованиям ГОСТ 12.4.281-2021.

Программа испытаний включала оценку следующих показателей:

- толщина;
- поверхностная плотность;
- жесткость при изгибе по консольному бесконтактному методу;
- разрывная нагрузка;
- стойкость к истиранию;
- коэффициент световозвращения;
- видимость в темное время суток в свете включенных фар: при освещении ближним светом фар, при освещении дальним светом фар.

Результаты тестирования представлены в таблицах 1 - 3.

Таблица 1

Результаты тестирования СВ материалов

Показатель	Значение для образца			
	м1	м2	м3	м4
толщина, мм	0,175	0,178	0,172	0,176
поверхностная плотность, г/м <sup>2</sup>	97,8	89,9	112	103,5
жесткость при изгибе, мкН*см <sup>2</sup>				
- по основе	6163	6080	3141	3075
- по утку	4281	4454	3075	3082
разрывная нагрузка, кгс				
- по основе	90,7	89,8	52,8	53,1
- по утку	73,6	72,6	33,2	32,0
стойкость к истиранию, циклы	более 5000	более 5000	более 5000	более 5000
коэффициент световозвращения, кд/люкс*м <sup>2</sup>				
- для угла поворота образцов 0 <sup>0</sup>	256	253	276	275
- для угла поворота образцов 90 <sup>0</sup>	254	257	274	278

В табл. 2 представлены результаты оценки соответствия образцов требованиям ГОСТ и техническим требованиям, обусловленным использованием рациональной технологии швейных изделий [3].

Таблица 2

## Оценка соответствия СВ материалов требованиям ГОСТ и другим

Показатель	Значение для образца				Желаемое значение	Оценка соответствия
	м1	м2	м3	м4		
толщина, мм	0,175	0,178	0,172	0,176	не более 5	Соотв
поверхностная плотность, г/м <sup>2</sup>	97,8	89,9	112	103,5	не более 400	Соотв
повышение жесткости ткани, %	39,9	38,2	39,7	37,2	не более 40	Соотв
- по основе	34,7	35,1	37,5	38,1		
- по утку						
разрывная нагрузка, Н	888,9	880	517,4	520,4	не менее 100	Соотв
- по основе	721,3	711,5	325,4	313,6		
- по утку						
стойкость к истиранию, циклы	более 5000	более 5000	более 5000	более 5000	не менее 1000	Соотв
коэффициент световозвращения, кд/люкс*м <sup>2</sup>					не ниже чем для класса 1 (не менее 250)	Соотв
- для угла поворота образцов 0 <sup>0</sup>	256	253	276	275		
- для угла поворота образцов 90 <sup>0</sup>	254	257	274	278		
видимость в темное время суток при освещении ближним светом фар на расстоянии 150 м	Да	да	Да	да	должен быть виден	соотв
видимость в темное время суток при освещении дальним светом фар на расстоянии 200 м	Да	да	Да	да	должен быть виден	Соотв

Из таблицы видно, что все образцы подходят для использования в изготовлении одежды повышенной видимости.

Для изготовления флуоресцентных материалов использовали аналогичную технологию, заменив СМШ на микросферы из материалов-люминофоров, которые накапливают свет при их освещении и отдают (светятся) при его отсутствии.

Одним из самых эффективных способов снизить риск дорожно-транспортных происшествий является использование светоотражающих и люминесцентных элементов на одежде ребенка. Не все родители это понимают, выбирая практичные тёмные тона. А ведь это делает пешехода практически незаметным, особенно в пасмурную погоду, в сумерки. Но также проблемой является непривлекательный внешний вид одежды для детей со светоотражающими и люминесцентными элементами, поэтому чтобы детям было привлекательно носить их, разработаны варианты аппликаций (рис. 1), которые могут иметь любую форму и окрашиваться в любые цвета, поэтому их легко можно превратить из сигнального приспособления в модную деталь одежды ребенка. Аппликация изготовлена из двух одновременно материалов светоотражающего и люминесцентного, для того чтобы первый слой – люминесцентный (светящийся) - позволял лучше заметить ребенка, если на улице темно, что актуально для осеннего и зимнего времени года и просто в пасмурную или дождливую погоду. При возникновении опасности, у движущегося транспорта (самокат,

велосипед т.д.) останется больше времени для того, чтобы принять необходимые меры. Второй слой - световозвращающий - очень актуален для школьников, которые возвращаются домой из школы в вечернее время и вынуждены переходить дорогу.



Рис. 1. Варианты аппликаций из флуоресцентных и световозвращающих материалов

Предложенное решение может значительно снизить детский травматизм на дорогах, повысить привлекательность детской одежды и видимость ребенка в темное время суток на придомовой территории.

#### ЛИТЕРАТУРА

3. ГОСТ 12.4.281-2021 «Система стандартов безопасности труда. Одежда специальная повышенной видимости. Технические требования и методы испытания»
4. Данилова М.М., Радченко О.В., Козлова О.В. Анализ световозвращающих текстильных материалов / Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоемкие технологии и материалы (SMARTEX). 2023. № 1. С. 82-84.
5. Корнилова Н.Л., Кокшаров С.А., Радченко О.В., Арбузова А.А., Шаммут Ю.А. Методы зонированного регулирования упруго-деформационных свойств пакета материалов швейного изделия / Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2019. № 6 (384). С. 22-28.

## ЭКСПЕРТНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВА ТРИКОТАЖНЫХ ПОЛОТЕН

### EXPERT RESEARCH OF THE QUALITY OF KNITTED FABRICS

Ю.В. Шемякина, Е.Н. Власова, Ю.К. Тютяева, В.С. Волкова  
Yu.V. Shemyakina, E.N. Vlasova, Yu.K. Tyutyayeva, V.S. Volkova

Ивановский государственный политехнический университет  
Ivanovo state Polytechnic University

E-mail: yuliya\_1401@mail.ru, vlasovaen-ivanovo@mail.ru, yliatyutaeva2509@gmail.com,  
volkova.valeriya.01@bk.ru

**В работе приведен алгоритм экспертного исследования качества трикотажного полотна. Проведена оценка полотна на соответствие требованиям стандартов по физико-механическим показателям и полноте маркировки. Отработаны навыки составления экспертного заключения.**

**Ключевые слова:** качество, экспертиза, трикотажное полотно, испытания.

**The paper presents an algorithm for expert research into the quality of knitted fabric. The canvas was assessed for compliance with the requirements of standards for physical and mechanical indicators and completeness of marking. The skills of drawing up an expert opinion have been developed.**

**Key words:** quality, examination, knitted fabric, testing

Актуальность темы исследования обусловлена тем, что одежда из трикотажа практична, удобна, эластична и способна пропускать воздушные потоки. Вещи из трикотажа универсальны и подходят для дома, прогулок, отдыха, работы и торжественных мероприятий. Трикотаж не прихотлив в уходе и долговечен.

Целью работы является оценка качества трикотажных полотен предприятия «Миртекс», расположенного в Ивановской области. Для решения поставленной цели в работе рассмотрены следующие задачи: дана товароведная характеристика трикотажных полотен предприятия; характеристика нормативных требований к их качеству; проведена проверка соответствия показателей качества трикотажного полотна требованиям стандартов и заполнено заключение эксперта.

Вязаное полотно может быть произведено из пряжи самого разного происхождения. Состав варьируется в зависимости от функциональности полотна. Особенно ценится трикотаж из натуральных волокон. В качестве сырья используется шелк, лен, хлопок, шерсть и различные синтетические материалы в виде добавки. Они могут различаться по типу скручивания и длине. Чаще применяются комбинированные варианты, в которых сочетаются натуральные и синтетические материалы.

В трикотажные полотна нередко добавляют эластан для увеличения эластичности и способности сохранять форму. Комбинированный трикотаж обычно сочетает лучшие свойства натуральных и синтетических материалов. Например, чистый хлопок сильно истирается и мнется, плохо садится по фигуре, а синтетические материалы электризуются и могут вызвать аллергию. При изготовлении смесовых, то есть комбинированных полотен, производители добиваются гармоничного сочетания лучших характеристик каждого вида сырья.

Объектом исследования выбрано трикотажное полотно бельевого назначения, состоящее из 92% хлопка и 8% лайкры, переплетение - кулирная гладь, поверхностная плотность - 180 г/м<sup>2</sup>.

Требования по физико-механическим показателям устанавливаются в процессе разработки полотна, с учетом пожеланий клиентов предприятия, требований стандартов, назначения и оформляются в виде паспорта трикотажного полотна. Указанные в паспорте характеристики строго проверяются в ходе лабораторного контроля на данном предприятии.

Наличие собственной производственной лаборатории гарантирует ежедневный контроль необходимых показателей.

Когда трикотажное полотно проходит весь технологический процесс, оно подвергается физико-механическим испытаниям в лаборатории предприятия. Для испытания образца кулирной глади с эластаном от партии полотна необходимо взять 1 м. Делается замер ширины полотна. Резаком GSM получают три пробы для определения поверхностной плотности. На лабораторных весах ВК-150.1 взвешиваются три пробы и вычисляется среднее значение массы. Для измерения усадки несмываемой краской на полотне чертится квадрат по шаблону 50x50 см. Затем образец проходит стирку 40 минут при температуре 40<sup>0</sup> С, сушится на сушильном столе с парогенератором при температуре 200<sup>0</sup> С. После влажно-тепловых обработок (ВТО) усадочной линейкой делаются замеры полотна по ширине и длине. Вычисляются линейные отклонения трикотажа в %.

Также проводятся испытания устойчивости окраски полотна к стиркам по ГОСТ 9733.4–83 [1]. Метод основан на механическом перемешивании образца вместе со смежными тканями в стиральных растворах при определенных температуре и времени. На окрашенный образец по периметру нашивается образец белой ткани размером 10x10 см, таким образом получался составной образец. Приготовленные образцы помещаются в емкость и заливаются теплым раствором. По окончании испытания образцы дважды прополаскивают, отжимают и сушат на воздухе. Оценка устойчивости окраски образца проводится по изменению первоначальной окраски и закрашиванию смежных тканей с помощью шкал серых эталонов.

В данной работе были проведены испытания устойчивости окраски трикотажа к сухому и мокрому трению. Оценивалось изменение первоначальной окраски материала и закрашивание смежной ткани. Устойчивость окраски к каждому виду воздействия оценивается визуальным методом по шкалами серых эталонов. По результатам исследования был оформлен сертификат качества продукции.

Важным слагаемым качества трикотажа является производственная маркировка. Маркировка - это информация, наносимая изготовителем или продавцом непосредственно на конкретные товары, тару, этикетки или ярлыки [2]. Требования к содержанию маркировки трикотажного полотна указаны в п. 5.14.4 ГОСТ 28554-2022 [3], а символы по уходу - в ГОСТ 3758-2014 [4]. Ярлык прикрепляют к полотну таким способом, чтобы обеспечить сохранность и ярлыка, и полотна. Оценка полноты маркировки трикотажного полотна представлена в табл. 1.

Таблица 1

Оценка маркировки трикотажного полотна «Кулирная гладь с эластаном»

Элемент маркировки	Фактические данные	Заключение
Наименование продукции	30/1 Компакт 30 ден фуллайкра КУЛИРКА	Соответствует ГОСТ 28554- 2022, п.5.14.4
Наименование страны изготовителя	Россия	
Наименование предприятия-изготовителя	ООО «МИРтекс»	
Юридический адрес предприятия-изготовителя	Ивановская обл., г. Фурманов, ул. Жуковского, д. 4	
Ширина полотна, см	180	
Вид и массовая доля сырья по видам волокон, %	92% хлопок; 8% лайкра	Не соответствует ГОСТ 28554- 2022, п.5.14.4
Масса куска при нормированной влажности, кг	Отсутствуют данные	
Устойчивость окраски, балл	П	

Вид специальной отделки (при наличии)	-	Соответствует ГОСТ 28554-2022, п.5.14.4
Сортность полотна	1 сорт	
Изображение товарного знака предприятия-изготовителя (при наличии)	имеется	
Знак обращения продукции на рынке	ЕАС	
Гарантийные обязательства изготовителя (при необходимости)	-	
Дата изготовления	01.04.2024	
Артикул полотна;	К-5421258	
Номер партии продукции (при необходимости)	10978 (2024)	
Символы по уходу по ГОСТ ISO 3758	Есть	Не соответствует ГОСТ 28554-2022, п.5.14.4
Номер контролера ОТК	отсутствует	
Обозначение настоящего стандарта	Отсутствуют данные	

Итак, установлено, что маркировка трикотажного полотна не соответствует требованиям ГОСТ 28554-2022, п.5.14. Отсутствуют данные массы куска при нормированной влажности, обозначение стандарта, а устойчивость окраски должна обозначаться баллами [5].

Результаты лабораторных испытаний трикотажного полотна представлены в табл. 2.

Таблица 2

## Результаты испытаний трикотажного полотна

Показатели качества, единицы измерения	Результаты измерений	Выводы
Ширина, см	186	Номинальные ширины трикотажных полотен не регламентируются
Поверхностная плотность, г/м <sup>2</sup>	180	Соответствует ГОСТ 28554-2022, п.5.3
Усадка по ширине, %	-2	Соответствует ГОСТ 28554-2022 п.5.6
Усадка по высоте, %	-4	Соответствует ГОСТ 28554-2022 п.5.6
Перекося, %	1	Допустимая величина угла перекося в трикотажных полотнах 4-8° в зависимости от вида полотна
Устойчивость окраски к стирке, балл	4-5	ГОСТ 2351-88 [6], п.1.3, табл. 3, соответствует группе устойчивости окраски «прочная»
Устойчивость окраски к сухому трению, балл	3-4	ГОСТ 2351-88, п.1.3, табл. 3 соответствует группе устойчивости окраски «обычная»

Таким образом, линейные размеры образца (отклонение по ширине и поверхностной плотности, усадка по ширине и высоте после влажно-тепловой обработки) соответствуют требованиям ГОСТ 28554-2022, п.5.6.

Устойчивость окраски к стирке образца составляет 4-5 баллов, что соответствует группе устойчивости окраски «прочная», а к сухому трению - 3-4 балла, что соответствует группе «обычная». Экспертное исследование позволило выявить несоответствие трикотажного полотна требованиям ГОСТ 28554-2022 по полноте производственной

маркировки. Следовательно, рекомендуется привести текстовые элементы маркировочных ярлыков в соответствие с требованиями указанного стандарта.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 9733.4–83 Материалы текстильные. Методы испытания устойчивости окраски к стиркам.
2. Зонова Л.Н., Михайлова Л.В., Власова Е.Н. Теоретические основы товароведения и экспертизы: Учебное пособие. - М.: Изд.-торг.корп. «Дашков и К», 2015. – 192 с.
3. ГОСТ 28554-2022 Полотна трикотажные. Общие технические условия.
4. ГОСТ ISO 3758-2014 Изделия текстильные. Маркировка символами по уходу.
5. Власова Е.Н. Выявление показателей качества и определение конкурентоспособности тканей для изделий домашнего текстиля / Известия вузов. Технология текстильной промышленности. – 2016. - №2. – С. 38-42.
6. ГОСТ 2351-88 Изделия и полотна трикотажные. Нормы устойчивости окраски и методы ее определения.

**МЕРОПРИЯТИЯ ПО ЗАЩИТЕ ХИМИЧЕСКИ ОПАСНОГО ОБЪЕКТА ОТ АТАКИ  
БЕСПИЛОТНЫМИ ЛЕТАЮЩИМИ АППАРАТАМИ НА ПРИМЕРЕ АО  
«ИВХИМПРОМ»**

**MEASURES TO PROTECT A CHEMICALLY HAZARDOUS FACILITY FROM  
ATTACK BY UNMANNED AERIAL VEHICLES USING THE EXAMPLE OF  
IVKHIMPROM JSC**

А.В. Шлапаков<sup>1</sup>, В.Н. Каменчук<sup>2</sup>, Р.Р. Аллямов<sup>3</sup>, К.В. Жиганов<sup>3</sup>, И.В. Плещева<sup>4</sup>  
A.V. Shlapakov<sup>1</sup>, V.N. Kamenchuk<sup>2</sup>, R.R. Allymov<sup>3</sup>, C.V. Zhiganov<sup>3</sup>, I.V. Pleshcheva<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Академия Государственной противопожарной службы МЧС России

<sup>2</sup>Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет

<sup>3</sup>Ивановская пожарно-спасательная академия государственной противопожарной службы  
МЧС России

<sup>4</sup>ООО «Альфа Текс»

<sup>1</sup>Academy of the State Fire Services of the Ministry of the Russian Federation on  
business civil defense, emergency situations and response services consequences of natural disasters

<sup>2</sup>Verkhnevolzhsk State University of Agronomy and Biothechnlogy

<sup>3</sup>Ivanovo Fire Rescue Academy of State Firefighting Service of Ministry of Russian Federation for  
Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters

<sup>4</sup>LLC «Alpha Tex»

E-mail: winnerstyle68@mail.ru, cainchamp@mail.ru,

harley-davison47@mail.ru, maskaev1969@mail.ru, modestyullez@mail.ru

В условиях современного технологического прогресса и роста спроса на использование беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) в различных сферах деятельности, возникает новая волна угроз, связанных с возможностью атак на критически важные объекты, в частности, химически опасные предприятия. Одним из таких объектов является АО «Ивхимпром», расположенное в городе Иваново, производящее химические соединения, потенциально опасные как для окружающей среды, так и для здоровья людей. В статье рассмотрены мероприятия по защите данного объекта от угроз, связанных с использованием БПЛА, учитывая актуальные законодательные ограничения и технические возможности АО «Ивхимпром».

Ключевые слова: атаки БПЛА, разгерметизация оборудования, токсично-опасные жидкости, интегрированная система безопасности, радиочастотные комплексы обнаружения.

In the context of modern technological progress and growing demand for the use of unmanned aerial vehicles (UAVs) in various fields of activity, a new wave of threats arises associated with the possibility of attacks on critical facilities, in particular, chemically hazardous enterprises. One of such facilities is JSC Ivkhimprom, located in the city of Ivanovo, producing chemical compounds that are potentially dangerous both to the environment and to human health. The article discusses measures to protect this facility from threats associated with the use of UAVs, taking into account current legislative restrictions and technical capabilities of JSC Ivkhimprom.

Keywords: UAV attacks, equipment depressurization, toxic liquids, integrated security system, radio frequency detection systems.

В соответствии с Указом Губернатора Ивановской области от 13.06.2023 № 57-УГ, использование воздушного пространства беспилотными воздушными судами без получения соответствующего разрешения запрещено. Эта мера представляет собой важный шаг в упреждении потенциальных атак на химически опасные объекты, позволяя контролировать использование воздушного пространства в районе АО «Ивхимпром». Тем не менее, такое законодательное регулирование не исключает возможность злоумышленников, использующих БПЛА без разрешений для разведки или атаки.

Современные беспилотные аппараты имеют возможность не только проводить разведку, но и осуществлять атаки с целью выведения из строя систем безопасности предприятия [1]. Например, комбинированные действия могли бы включать радиоэлектронную борьбу, направленную на саботаж систем пожарной сигнализации и других автоматизированных систем, что значительно усложняет задачу по защите объекта.

Одним из наиболее эффективных способов противодействия таким угрозам являются радиочастотные комплексы обнаружения беспилотных объектов. Эти комплексы функционируют за счет детектирования радиоканалов, на которых работают БПЛА. Пассивный режим работы этих систем позволяет избежать активного излучения, что снижает риск возможности обнаружения защитной системы противником.

Атакам БПЛА, направленным на высвобождение поражающих население факторов, путем разгерметизации оборудования, могут быть подвержены различные места АО «Ивхимпром», включая:

- Цистерны для хранения сульфуратора: приведёт к проливу опасного вещества, что будет возможно определить лишь визуальным путем. Стадией развития станет падение уровня жидкости, регистрируемое по контрольно-измерительными приборами (КИП);

- Расходная емкость: Процесс будет аналогичен предыдущему, с разгерметизацией и образованием пролива, подлежащего оценке визуально и по КИП, но дополнительным усложнением ситуации станет неконтролируемое распространение токсично-опасной жидкости, что существенно повлияет на расчет потенциальных жертв и проведение аварийно-спасательных работ [2];

- Трубопроводы с теплопритоками жидкого азота: Повреждение трубопроводов вызовет утечку жидкого азота, что приведет к резкому снижению температуры в близлежащих жилых районах. В случае если в результате повреждения трубопровода произойдут смешения с другими химически-активными веществами, результатом реакции станет загрязнение почвы и подземных вод в Ивановской области.

Таким образом, атаки БПЛА на наиболее незащищенные места АО «Ивхимпром» могут вызвать широкий спектр последствий. Это подчеркивает важность защиты критической инфраструктуры АО «Ивхимпром» и разработки методов противодействия таким угрозам для сохранения экологической, экономической и социальной стабильности в Ивановской области, как наиболее уязвимо для вредного воздействия АО «Ивхимпром» субъекта.

Для АО «Ивхимпром» целесообразным подходом будет внедрение интегрированной системы безопасности, включающей:

1. Радиочастотные комплексы обнаружения: Современные технологии для пассивного мониторинга воздушного пространства должны быть использованы с целью выявления потенциальных угроз. Комплексы должны быть установлены на стратегически важных объектах, таких как склады с химическими веществами и стационарные емкости для их транспортировки. Стоит учитывать, что современные БПЛА имеют свойство регулярно изменять радиочастотный канал своего функционирования, следовательно, комплексы обнаружения не являются полной гарантией предупреждения о готовящихся атаках;

2. Меры физической защиты: Использование сеток из высокопрочных материалов (например, стальных или композитных), поможет остановить БПЛА или, по крайней мере, замедлить его движение. При этом сетки должны устанавливаться на высоту, достаточную для предотвращения доступа аппаратов к ключевым объектам на территории АО «Ивхимпром». Современные сетки могут быть оборудованы дополнительными системами, такими как датчики движения и камеры видеонаблюдения, что позволит оперативно реагировать на угрозу. Интеграция таких технологий в общую систему безопасности объекта значительно повысит уровень защиты.

Дополнительный уровень защиты для ключевых химических объектов, таких как резервуары с хранилищами и производственными установками может быть обеспечен сооружением защитных навесов, изготовленных из ударопрочных и огнестойких материалов,

способствующих минимизации повреждений при возможных атаках. В случае повреждения резервуара или другого оборудования под навесом, конструкция может предотвратить распространение химических веществ и последующее загрязнение окружающей среды. Это особенно важно для обеспечения безопасности в случае успешной атаки АО «Ивхимпром» силами БПЛА;

3. Сотрудничество с охранными предприятиями: Одним из наиболее универсальных способов посадки несанкционированных БПЛА является применение огнестрельного оружия, использующего боеприпасы дробного типа, в силу высокой поражающей площади, при этом право применения огнестрельного оружия для пресечения функционирования беспилотных аппаратов, установлено законодательно и может осуществляться на территории АО «Ивхимпром» [3], сотрудниками организаций, имеющих лицензию на осуществление частной охранной деятельности. Обеспечение персоналом охраны должно быть многоуровневым и включать не только вооружение служебным оружием, но и навыки работы с современными технологическими решениями.

Таким образом, для предотвращения атак БПЛА является необходимым внедрение интегрированной системы безопасности в АО «Ивхимпром». Радиочастотные комплексы обнаружения и меры физической защиты представляют собой эффективные методы защиты от потенциальных угроз, но необходимо учитывать изменчивость современных БПЛА и постоянно совершенствовать системы безопасности для эффективной защиты от атак. Применение сеток из прочных материалов может остановить или замедлить движение БПЛА, что увеличит время реагирования на возможную угрозу. Важно проводить регулярные оценки и обновления системы безопасности для обеспечения надежной защиты АО «Ивхимпром» от атак БПЛА.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Смирнов, Д. Р. Противодействие терроризму в современной политической обстановке / Д. Р. Смирнов, Р. Р. Аллямов // Молодые ученые - развитию Национальной технологической инициативы (ПОИСК). – 2024. – № 1. – С. 94-95. – EDN PUTFXA;
2. Характеристика химически-опасных объектов на территории Г. Иваново / А. А. Халимов, А. В. Пронин, О. Г. Зейнетдинова [и др.] // Пожарная и аварийная безопасность : сборник материалов XII Международной научно-практической конференции, посвященной году гражданской обороны, Иваново, 29–30 ноября 2017 года. – Иваново: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ивановская пожарно-спасательная академия Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий», 2017. – С. 949-955. – EDN YXWRTF.;
3. Закон Российской Федерации от 11.03.1992 N 2487-1 (ред. от 25.12.2023) "О частной детективной и охранной деятельности в Российской Федерации".

**ПРИМЕНЕНИЕ ПРИНЦИПОВ БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА  
ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ СКЛАДСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ  
НА ТЕКСТИЛЬНОМ ПРЕДПРИЯТИИ**

**APPLICATION OF THE PRINCIPLES OF LEAN MANUFACTURING  
TO OPTIMIZE WAREHOUSE ACTIVITIES IN A TEXTILE ENTERPRISE**

Д.Н. Шушунин, Н.А. Грузинцева  
D.N. Shushunin, N.A. Gruzintseva

Ивановский государственный политехнический университет  
Ivanovo State Polytechnic University (Ivanovo)  
E-mail: den\_201199@mail.ru, gruzincevan@mail.ru

В статье рассмотрен пример применения инструментов бережливого производства (система 5S) в организации складской деятельности отделочного производства текстильного предприятия АО «Родники-Текстиль». Приведены результаты теоретического и практического исследований, на основании которых разработан комплекс мероприятий для оптимизации складской деятельности на текстильном предприятии.

**Ключевые слова:** бережливое производство, система 5S, склад, отделочное производство, текстильное предприятие, потери, результат

The article considers an example of the use of lean manufacturing tools (5S system) in the organization of warehouse activities of the finishing production of the textile enterprise JSC «Rodniki-Textile». The results of theoretical and practical research are presented, on the basis of which a set of measures was developed to optimize warehouse activities at a textile enterprise.

**Keywords:** lean manufacturing, 5S system, warehouse, finishing production, textile enterprise, losses, result

Бережливое производство (БП) представляет собой эффективный инструмент для уменьшения основных видов потерь не только в производстве, но и в организации, например, хранении товаров на складе. Основные концепции БП направлены, в первую очередь, на всесторонние способы снижения затрат, что позволяет значительно сократить издержки, вовлекая каждого сотрудника в оптимизационный процесс.

В данной статье представлены исследования, направленные на разработку комплекса мероприятий по оптимизации работы склада на примере отделочного производства текстильного предприятия.

Первоначально рассмотрим основные потери, которые чаще всего встречаются в складской деятельности [1]:

- излишняя транспортировка полуфабрикатов и готовой продукции на складе;
- нежелательные перемещения и движения персонала при выполнении операций хранения;
- ошибки при выполнении операций хранения;
- дополнительные затраты на хранение избыточного количества запасов и хранение невостребованных видов продукции;
- комплектация заказов с опозданием от запланированного времени;
- простои в процессе работы.

Для устранения выявленных потерь руководителям предприятиям, которые отвечают за работу склада, необходимо разработать стратегию и выбрать наиболее эффективную концепцию БП. Выбор концепции необходимо делать поступательно в несколько этапов [2].

На первом этапе осуществляется диагностика текущей деятельности склада, а именно необходимо провести анализ товарных позиций, транспортных потоков, расчет основных

технико-экономических показателей работы склада. На основании проведенного анализа составляются карты и диаграммы по оценке потока ценности продукции и предложение мер по улучшению деятельности.

Результатом диагностики будет выявление основных проблемы в работе склада, разработка мероприятий по их устранению в рамках деятельности предприятия.

На следующем этапе выполняется внедрение инструментов БП на складе в организационно-производственную систему на предприятии. Следует провести выбор концепции бережливого производства, отвечающего организационно-производственной системе на предприятии следующих методов: приемочного контроля; 6 сигм; стандартизации согласно стандартам семейства ИСО или концепций: 5S; Канбан; «точно в срок», и т.д.

После выбора необходимого инструмента, который будет наиболее оптимальным в решении устранения потерь на складе, проводится моделирование оптимальных систем хранения с использованием автоматизации процессов складской деятельности, внедрением инструментов бережливой эксплуатации оборудования на предприятии и в складском хозяйстве, а также применением технологий штрих-кодирования.

Результатом данного этапа должна служить повышенная эффективность работы склада и устранение основных потерь в складской деятельности предприятия.

На заключительном этапе внедряется система контроля. На данном этапе разрабатывается система контроля для поддержания производственного участка в оптимальной динамике за счет своевременной реакции на отклонения в его работе. Для этого требуется провести анализ системы ключевых показателей деятельности складского хозяйства, разработка методов контроля и чек-листов с четко установленными сроками и ответственными лицами, разработка комплексного плана контроля и внутренних проверок.

Постоянная практика системы контроля позволит улучшить работу склада, внедрить автоматизацию складских процессов на предприятии и создать систему ценностей для последующих улучшений для всей организации.

Наиболее популярным инструментом концепции БП при организации процесса складирования является внедрение системы 5S, которая направлена на улучшение рабочих мест за счет выполнения правил [2]:

1. Сортируй – избавиться от ненужного;
2. Соблюдай порядок – каждая вещь на своем месте;
3. Содержание в чистоте – сохраняй рабочее место в чистоте;
4. Стандартизация – создай стандарт рабочего места, операций;
5. Совершенствование – постоянно совершенствуй свое рабочее место.

Рассмотрим более подробно внедрение системы 5S на примере оптимизации процессов складирования продукции текстильного предприятия АО «Родники-Текстиль», расположенного в Ивановской области.

В соответствии с [2] мы провели анализ процесса складирования, чтобы выявить наиболее уязвимые места в организации хранения текстильной продукции на примере отделочного производства ОА «Родники-Текстиль». Для этого цикл складирования полуфабрикатов разделили на основные операции:

1. Операция №1. Приемка, учет, хранение и запуск в производство суровой ткани:
  - приемка суровой ткани в красильно-отделочное производство;
  - комплектация ткани по цвету и артикулу;
  - проведение визуального контроля на наличие брака;
  - штрих-кодирование суровой ткани;
  - хранение суровой ткани на складе;
  - транспортировка суровой ткани в производство

Ответственным лицом за качество проведения данной операции является: «менеджер по суровью».

2. Операция №2. Приемка, учет, хранение и выдача в производство химических материалов:

- приемка химических материалов в красильно-отделочное производство;
- сверка товаросопроводительных документов с товарной номенклатурой;
- визуальный контроль на наличие брака;
- взвешивание полученных материалов;
- хранение химических материалов на складе;
- выдача в производство химических материалов в необходимом количестве

Ответственным лицом за качество проведения данной операции является: «Менеджер по химии».

3. Операция №3. Учет выработки и выхода готовой ткани:

- формирование отчета мастера смены по выработке и простоям за смену;
- составление отчета о повторных обработках;
- предоставление финансового отчета в бухгалтерию предприятия;
- анализ повторных обработок на совещании у начальника красильно-отделочного производства.

производства.

Ответственным лицом за качество проведения данной операции является: «Начальник красильно-отделочного производства».

4. Операция 4. Учет бракованной ткани:

- обнаружении брака;
- перемещение бракованной ткани в место хранения чехольной ткани;
- учет бракованной ткани

Ответственным лицом за качество проведения данной операции является: «Оператор линии; зам. начальника красильно-отделочного производства».

5. Операция №5. Отправка ткани на производство:

- обор ткани на складе по артикулу, цвету, пропитке и количеству;
- запуск ткани в работу;
- формирование нового паспорта на суровую ткань;
- составление отчета затрат на нанесение логотипов предприятия

Ответственным лицом за качество проведения данной операции являются: специалист по планированию; зам. начальника красильно-отделочного производства по планированию; менеджер по суровью.

Проведенный анализ операций с использованием причинно-следственной диаграммы [4] позволил выявить основные проблемы в организации работы склада отделочного производства на анализируемом предприятии (см. таблицу 1).

**Основные проблемы работы склада отделочного производства  
на предприятии ОА «Родники-Текстиль»**

Фактор	Проблема
Человек	- нехватка квалифицированных кадров; - неправильное выполнение задачи или процесса; - неэффективное использование ресурсов; - конфликтные ситуации на рабочем месте, неправильное поведение работников или коммуникация с коллегами или клиентами; - небрежность или неэтичное поведение работника нарушение правил или законов, несоответствие стандартам качества или безопасности
Оборудование	- неисправность или выход из строя складского оборудования; - дополнительные расходы на ремонт оборудования; - некачественное оборудование приводит к несчастным случаям или травмам сотрудников
Среда	- неэффективное использование времени и ресурсов сотрудников; - несоответствие рабочей среды требованиям безопасности и гигиены; - плохая организация рабочей среды
Методы	- неэффективное использование складских площадей; - брак суровья из-за частого перемещения паллетов с тканью по территории цеха

С учетом выявленных проблем в работе склада отделочного производства на предприятии АО «Родники-Текстиль» было предложено внедрение концепции бережливого производства 5S. Проведем анализ каждого принципа концепции.

- Принцип «Сортируй» включает в себя:
  - хранение продукции конкретного технического назначения;
  - проверку соответствия поступившей продукции со складскими документами;
  - размещение полуфабрикатов в соответствии со свободными ячейками стеллажа на складе;
  - регистрацию места хранения полуфабриката в программном обеспечении склада.
- Принцип «Соблюдай порядок» основан на:
  - размещении наиболее востребованных артикулов полуфабрикатов в ячейках быстрого доступа;
  - регулярной проверке;
  - размещении продукции на стеллажах в соответствии с складскими документами.
- Принцип «Содержи в чистоте» рекомендует:
  - проведение влажной уборки в помещении склада в соответствии установленным графиком;
  - обработка помещения согласно нормам СанПин.
- Принцип «Стандартизируй» направлен на:
  - разработку внутренних документов предприятия в соответствии с Системой менеджмента качества.
- Принцип «Совершенствуй» мотивирует личную ответственность сотрудников.

В результате внедрения данной концепции в отделочном производстве было организовано адресное складское хранение полуфабрикатов, что позволило в значительной степени снизить процент брака, повысить качество выпускаемой продукции, высвободить производственные площади.

Для поддержания работы склада по принципам БП был разработан чек-лист (см. таблицу 2) для проведения регулярных внутренних проверок по соблюдению принципов концепции БП на предприятии [5].

## Чек-лист основных мероприятий

Принцип	Критерий оценки	Соответствие	
		0 - нет	1 - да
1. Сортируй	Техническая документация, находящаяся в рабочей зоне актуальна		
	Регистрационное место хранения полуфабриката соответствует данным компьютерной программы конкретного склада		
	Проверка соответствия поступившей продукции со складскими документами		
	Размещение полуфабрикатов в соответствии со свободными ячейками стеллажа на складе		
	Хранение продукции конкретного технического назначения		
	Личные вещи сотрудников хранятся в специально отведенном месте		
2. Соблюдай порядок	Определены места хранения складской документации		
	Размещение продукции на стеллажах в соответствии с складскими документами		
	Размещение наиболее востребованных артикулов полуфабрикатов в ячейках стеллажа быстрого доступа		
	Полки стеллажа не хранят «пустоту»		
	Организована зона хранения бракованных изделий		
	Присутствует разметка опасных зон		
3. Содержание в чистоте	Обработка помещения, согласно нормам, СанПиН		
	Проведение влажной уборки в помещении склада в соответствии с графиком		
	Чистка инструментов и оборудования		
	Присутствует униформа работников предприятия		
4. Стандартизация	Разработка внутренних документов предприятия в соответствии с СМК		
	Отдельные места хранения предметов и документов визуализированы (таблички, надписи)		
	Промаркирован инструмент		
5. Совершенствование	Постоянное совершенствование стандартов предприятия		
	Предлагаются и реализуются предложения по усовершенствованию концепции 5S		
	Проведение на предприятии регулярных внутренних проверок		
	Организация дополнительного профессионального обучения для персонала в учреждениях среднего и высшего образования		
	Личная ответственность работников склада за хранение и порядок в помещении		

Предложенный подход позволяет вовремя реагировать на сбои в цепочке складского хранения полуфабрикатов, что в следствии сокращает время поиска причин возникновения потерь на складах предприятия.

Внедрение концепции 5S на текстильном предприятии — это не просто уборка и сортировка, а взаимосвязанный процесс, который при правильном подходе может привести к значительным улучшениям в производстве. Ключевыми факторами успеха являются

вовлечение сотрудников, постоянное совершенствование системы и ответственность за ее соблюдение.

В заключении хочется отметить полученные от внедрения концепции результаты на предприятии ОА «Родники-Текстиль»:

- выявлены «слабые» места в цепочке «Производство» - «Склад»;
- устранены вынужденные простои в работе склада за счет внедрения автоматизированной организации хранения полуфабрикатов и готовой продукции;
- в значительной степени снизился брак полуфабрикатов, который возникает в процессе их транспортировки на склад и неправильном хранении;
- высвободились производственные площади, что позволило увеличить мощности производства.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Литвинов, С. Как логистике стать бережливой? Применение инструментов бережливого производства в складской логистике / С. Литвинов // Склад. Управление запасами, №1. – 2013. С. 22-25.
2. Трейман, М.Г. Исследование применения принципов бережливого производства в складской логистике / М.Г. Трейман, Е.В. Вирячива, А.Н. Назарова // Научный журнал «Управленческий учет», №11. – 2021. – С. 258-263.
3. Воронова, Е.Ю. Синергетический подход применения методологии бережливого производства в минимизации непроизводственных затрат / Е.Ю. Воронова, А.А. Векшина // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности, №1. – 2023. – С. 22-32
4. Белый, Е.М. Управление качеством / Е.М. Белый, И.Б. Романова. – Ульяновск, УлГУ, 2010. – 72 с.
5. Шушунин, Д.Н. Применение инструментов бережливого производства на примере организации работы склада отделочного производства текстильного предприятия / Д.Н. Шушунин, А.В. Круглов, В.А. Зяблов, Н.А. Грузинцева // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности, №5. – 2024.



---

**МАТЕРИАЛЫ ВСЕРОССИЙСКОГО ОТРАСЛЕВОГО  
СЕМИНАРА-СОВЕЩАНИЯ**

---

## СОВРЕМЕННЫЕ ВЫЗОВЫ В СФЕРЕ УПРАВЛЕНИЯ ТЕКСТИЛЬНЫМ ПРОИЗВОДСТВОМ

### CONTEMPORARY CHALLENGES IN THE FIELD OF TEXTILE PRODUCTION MANAGEMENT

И.Ю. Белова<sup>1</sup>, О.В. Метелева<sup>2</sup>

I.U. Belova<sup>1</sup>, O.V. Meteleva<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ООО «GALTEX» (Иваново),

<sup>2</sup>Ивановский государственный политехнический университет

<sup>1</sup>«GALTEX» Limited liability company, (Ivanovo),

<sup>2</sup>Ivanovo State Polytechnic University

E-mail:belovairina2012@mail.ru,omet07@yandex.ru

Представлены результаты работы по анализу современных тенденций развития текстильного производства. Названы вызовы для текстильных предприятий, которые являются двигателем развития производства и совершенствования системы организации и управления. Основными вызовами в текстильной промышленности являются повышение конкуренции между предприятиями отрасли различных стран, усиление давления со стороны общества на текстильный бизнес с целью уменьшения экологического вреда на планету, дефицит квалифицированных кадров и рост требований к компетенциям сотрудников. Установлено, что комплексный подход к управлению вызовами способствует более эффективному и устойчивому решению проблем.

**Ключевые слова:** текстильная промышленность, экологичность, конкурентоспособность, инновационность, стратегия развития.

The results of the work on the analysis of modern trends in the development of textile production are presented. The challenges for textile enterprises, which are the driving force behind the development of production and the improvement of the organization and management system, are named. The main challenges in the textile industry are increased competition between companies in the industry in different countries, increased pressure from society on the textile business to reduce environmental damage to the planet, a shortage of qualified personnel and increased demands on employee competencies. An integrated approach to challenge management has been found to result in more effective and sustainable problem solving.

**Keywords:** textile industry, environmental friendliness, competitiveness, innovation, development strategy.

Текстильная отрасль является одной из старейших и важнейших в мировой экономике. Её история насчитывает тысячелетия, начиная с древних цивилизаций, где ткачество и прядение использовали для создания одежды и других предметов. В современном мире текстильная промышленность охватывает широкий спектр деятельности: от производства волокон и тканей до пошива готовых изделий и играет ключевую роль в экономике, обеспечивая миллионы рабочих мест и создавая значительные объемы продукции, используемой в самых разных сферах жизни. Кроме того, она оказывает существенное влияние на культуру и моду, формируя стили и тенденции, которые в свою очередь влияют на общество в целом. Значительная часть отрасли сегодня находится в состоянии устойчивого развития, одновременно с этим уделяется внимание экологии, эффективному использованию ресурсов и социальной актуальной в контексте современных вызовов и изменений.

Современные вызовы текстильным предприятиям, являющиеся двигателем развития производства и совершенствования системы организации и управления:

- повышение конкуренции со стороны стран с низкими производственными издержками, приводящее к снижению затрат и цен, географическому перемещению

производственных мощностей, развитию аутсорсинга и глобализации цепочек поставок, внедрению строгих стандартов контроля качества на всех этапах производства, активному использованию инновации в технологических решениях и повышению внимания к брендированию продукции. Вложения в исследования и разработки, а также в улучшение качества продукции и услуг становится важным стратегическим приоритетом. Высокое качество продукции обеспечивает долговечность и надежность, что привлекает потребителей, готовых платить больше за долгосрочные инвестиции. Это особенно важно для таких товаров, как верхняя одежда, спецодежда и высококачественные текстильные изделия. В результате, компании в текстильной отрасли должны адаптироваться к новым условиям, используя стратегии, направленные на повышение эффективности, инновации, улучшение качества, уделяя особое внимание к вопросам устойчивого развития, чтобы оставаться конкурентоспособными в условиях глобального рынка;

- усиление давления со стороны потребителей и инвесторов для улучшения культуры производства, повышения значимости этики и транспарентности деятельности. Текстильная промышленность традиционно оказывает высокое отрицательное влияние на экологию, загрязняя природу химическими веществами и выбросами углерода и используя большие объемы воды, однако тенденция повышения требований к экологической ответственности производств ведет к снижению негативного воздействия на окружающую среду, более эффективному использованию ресурсов, разработке и внедрению программ по утилизации отходов и переходу на экологически чистые материалы. Возрастает значимость экологических сертификатов и стандартов, таких как Global Organic Textile Standard (GOTS), OEKO-TEX и других. Эти сертификаты подтверждают, что продукция была произведена с соблюдением экологических и этических норм. Государственное регулирование, внедрение общественных систем мониторинга цепочек поставок, использование блокчейн-технологий и регулярные проверки соответствия мировым стандартам способствуют повышению ответственности бизнеса перед обществом и более жесткому контролю соблюдения норм. Законы, ограничивающие использование определённых химических веществ и устанавливающие требования к утилизации отходов, становятся более строгими. Внедрение энергоэффективных технологий и использование возобновляемых источников энергии позволяет сократить углеродный след и снизить затраты на энергоресурсы. Переход к циклической экономике, включающий переработку и повторное использование текстильных изделий за счет программ по сбору и переработке одежды, помогает снизить количество отходов и минимизировать экологический след. Все это влияет на стратегию и операционные процессы компаний в текстильной отрасли, вынуждая их инвестировать в экологически чистые технологии, инновационные материалы и устойчивые практики производства. В результате компании, которые успешно интегрируют экологическую ответственность в свои бизнес-модели, могут не только соответствовать требованиям, но и воспользоваться преимуществами на рынке, привлекая осведомлённых потребителей и улучшая свою репутацию;

- дефицит квалифицированных кадров и рост требований к компетенциям сотрудников, проблемы с удержанием персонала и обучением новых сотрудников. Современное производство тканей и одежды всё больше зависит от высоких технологий. Оно базируется на автоматизации, цифровизации процессов, внедрении CAD-систем для дизайна и использования передовых технологий в области обработки материалов. Сотрудники должны понимать принципы экологического менеджмента и экологической сертификации, рационального использования ресурсов и утилизации отходов, эффективно управлять логистикой, контролем качества и взаимодействием с различными поставщиками. В условиях высокой конкуренции на рынке, требования к креативности и инновационному подходу в дизайне и разработке новых продуктов возрастают. Дизайнеры и проектировщики должны быть в курсе последних модных трендов и технологий. В некоторых регионах наблюдается отток квалифицированных специалистов из-за невыгодных условий труда или недостатка карьерных возможностей. Это усложняет задачу поиска и удержания

талантливых сотрудников. Образовательные учреждения и профессиональные учебные заведения часто не успевают за быстрыми изменениями в отрасли, что приводит к нехватке выпускников с актуальными навыками и знаниями. Ориентация экономики на рост и технологическую независимость требует дополнительных затрат на мобильное обновление знаний: обучение, переобучение и повышение квалификации. Отсутствие возможности карьерного роста, плохая организация рабочего процесса, опасные условия труда или недостаток комфорта, низкая зарплата и недостаток признания и возможностей для профессионального роста и развития, сложная адаптация новобранцев в коллективе и недостаточная поддержка со стороны команды – все это наиболее болезненные причины кадровых проблем [1].

Программа действий в ответ на представленные вызовы предполагает решение вопросов обеспечения и совершенствования устойчивости и гибкости управления, развития производства, в том числе за счет направления инвестиций в обучение сотрудников всех уровней и внедрение систем онлайн-обучения, установления партнерских отношений с учебными заведениями, создания привлекательных условий труда, формирования предложений по карьерному росту и развитию корпоративной культуры [2].

Диверсификации рисков, гибкость производственных процессов, инвестиции в инновации, гибкие бизнес-модели управления, использование аналитических инструментов и систем прогнозирования – неперенные составляющие успешной деятельности и конкурентоспособности предприятия на рынке. В условиях экономической неопределенности, колебаний спроса и других рыночных рисков компании должны адаптировать свои стратегии и операционные процессы. Расширение ассортимента продукции помогает снизить зависимость от одного продукта или рынка. Включение новых линеек товаров может привлекать различные группы потребителей и снизить влияние падения спроса на отдельные категории. Продвижение продукции на разные географические рынки помогает уменьшить риски, связанные с экономическими и политическими нестабильностями в конкретных регионах. Наличие нескольких поставщиков для критических материалов и компонентов снижает риски перебоев в поставках и колебаний цен.

Внедрение новых технологий открывает двери для инноваций и создания новых продуктов или услуг. Это позволяет компаниям предлагать уникальные решения и находиться на передовом крае своей отрасли.

Цифровизация и автоматизация представляют собой важнейшие аспекты современного развития бизнеса и различных отраслей. Цифровизация и автоматизация — это ключевые факторы для конкурентоспособности и устойчивого развития в современном мире. Они требуют внимательного подхода и стратегии, но в долгосрочной перспективе они могут значительно повысить эффективность и гибкость бизнеса. Они открывают новые возможности для повышения эффективности, улучшения качества и снижения затрат. Современные цифровые технологии позволяют легко адаптироваться к изменениям рыночных условий и требованиям клиентов. Автоматизированные системы можно быстро перенастроить под новые задачи или интегрировать с другими системами. Цифровизация и автоматизация позволяют существенно повысить производительность за счет ускорения процессов, уменьшения времени на выполнение задач и минимизации человеческого фактора. Это достигается благодаря автоматическим системам, которые могут выполнять рутинные и повторяющиеся задачи быстрее и с большей точностью. Технологии, такие как машинное обучение и искусственный интеллект, обеспечивают более высокую точность в анализе данных и выполнении задач. Современные технологии предоставляют новые возможности для повышения безопасности данных. Инструменты шифрования, системы обнаружения и предотвращения угроз помогают защитить информацию от несанкционированного доступа и кибератак.

Цифровизация позволяет собирать, хранить и анализировать большие объемы данных. Это создает возможности для глубокого анализа и принятия обоснованных решений на

основе реальных данных, что способствует более точному прогнозированию и планированию. Цифровизация способствует улучшению взаимодействия с клиентами, предоставляя более быстрый и удобный сервис. Автоматизированные системы могут управлять клиентскими запросами, обрабатывать заказы и предлагать персонализированные предложения на основе анализа данных [3].

Автоматизация помогает не только сократить затраты на рабочую силу, но уменьшить количество ошибок и перерасходов. Автоматизированные системы также способствуют снижению затрат на материальные ресурсы и энергию, оптимизируя использование ресурсов. Автоматизация может освободить сотрудников от рутинных задач, позволяя им сосредоточиться на более сложных и творческих аспектах работы. Это также создает возможность для обучения новым навыкам и развитию профессиональных компетенций. Многие автоматизированные системы и цифровые технологии способствуют более эффективному использованию ресурсов, что может снизить негативное воздействие на окружающую среду. Например, технологии оптимизации энергопотребления могут помочь уменьшить углеродный след.

Комплексный подход к управлению вызовами имеет критическое значение для успешного преодоления сложных ситуаций и достижения целей успешного развития бизнеса. комплексный подход к управлению вызовами способствует более эффективному и устойчивому решению проблем, обеспечивая лучшее понимание ситуации и более высокие шансы на достижение успешного результата, опираясь на следующие методы:

- целостное восприятие проблемы: комплексный подход позволяет рассмотреть проблему со всех возможных сторон, учитывать все взаимосвязи и влияния. Это помогает выявить истинные причины вызова, а не только его проявления, что делает последующее решение более эффективным;

- реакция на изменения во внешней среде: внешние условия, такие как экономические, политические, технологические или социальные изменения, могут существенно повлиять на организацию. Постоянный мониторинг позволяет оперативно реагировать на такие изменения и корректировать стратегии для минимизации рисков и использования новых возможностей;

- устранение непредвиденных проблем: на протяжении времени могут возникать проблемы и риски, которые не были предусмотрены в первоначальной стратегии. Регулярный мониторинг помогает выявлять эти проблемы на ранних стадиях и принимать меры для их устранения, предотвращая их эскалацию;

- интеграция ресурсов и знаний: для успешного управления вызовами важно объединить различные ресурсы и знания. Комплексный подход позволяет использовать экспертные мнения из разных областей, объединяя усилия специалистов и ресурсов для достижения наилучших результатов;

- оценка эффективности: постоянный мониторинг позволяет отслеживать, насколько эффективно реализуются текущие стратегии и действия. Это помогает определять, какие аспекты работают хорошо, а какие требуют изменений или улучшений;

- адаптация к новым условиям: технологии и методы управления постоянно развиваются. Адаптация стратегий управления к новым условиям и достижениям позволяет организации оставаться конкурентоспособной и использовать современные инструменты и методы;

- долгосрочное планирование: комплексный подход способствует разработке стратегий, которые учитывают долгосрочные цели и последствия. Это помогает избежать краткосрочного мышления и направляет усилия на устойчивое развитие;

- системное мышление: такой подход помогает видеть картину в целом и понимать, как изменения в одной части системы могут повлиять на другие ее части. Это особенно важно для управления сложными системами и проектами;

- синергия и координация: взаимодействие различных элементов системы, основанное на комплексном подходе, может создать синергетический эффект. Это означает, что

объединение усилий может привести к результатам, превышающим сумму индивидуальных вкладов;

– командная работа и сотрудничество: комплексный подход требует взаимодействия и координации между различными участниками процесса, что способствует улучшению командной работы и сотрудничества.

В условиях динамично меняющегося мира, где изменения происходят быстрее, чем когда-либо, готовность к изменениям и открытый диалог между всеми участниками отрасли становятся не просто желательными, но жизненно необходимыми. В условиях нестабильности и неопределенности, ключевым является подход, при котором все участники активно вовлечены в процесс изменений, делятся информацией и идеями, и готовы к совместной работе над достижением общих целей. Это позволяет создавать более гибкие и устойчивые стратегии, которые лучше отвечают требованиям текущего времени и готовы к вызовам будущего.

Таким образом, установлено, что комплексный подход к управлению вызовами способствует более эффективному и устойчивому решению проблем, обеспечивая лучшее понимание ситуации и более высокие шансы на достижение успешного результата. Постоянный мониторинг изменений и адаптация стратегий управления являются ключевыми компонентами успешного управления в любой сфере.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Мильштейн, С.М. Стратегическое планирование в эпоху глобальных вызовов: новые подходы в государственном и муниципальном управлении / С.М. Мильштейн, Е.С. Куликова // Экономические исследования и разработки. Научно-исследовательский журнал. – 2024 г. – № 5. Дата публикации 31.05.2024.
2. Карташёва, Н. Последствия дефицита специалистов на рынке труда и вызовы 2024 года [Электронный ресурс] / Н. Карташёва // Высшая школа государственного управления. Режим доступа: <https://cdto.ranepa.ru/sum-of-tech/materials/178> (Дата обращения 20.09.2024 г.).
3. Тренды в сфере услуг: как новые тенденции меняют рынок [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://proffer.kz/trendy-v-sfere-uslug-kak-novye-tendenczii-menyayut-rynok> (дата обращения 20.09.2024г.).

## ПОЛУЦИКЛОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ НИТЕЙ НАТУРАЛЬНОГО ШЁЛКА ПРИ ИХ РАСТЯЖЕНИИ

### SEMI-CYCLE CHARACTERISTICS OF NATURAL SILK THREADS WHEN STRETCHING

Н.Г. Валиев, А.Д. Даминов, Х.А. Алимova  
N.G. Valiev, A.D. Daminov, X.A. Alimova

Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности (Республика Узбекистан)  
Tashkent institute of textile and light industry (Republic of Uzbekistan)  
E-mail: nodirbekvaliyev@mail.ru

Проведены исследования полуцикловых характеристик нитей натурального шёлка при их растяжении. Установлено, что при кручении нитей увеличивается их прочность на разрыв, чем больше число кручений нити, тем выше прочность нити. При придании нитям крутки коэффициент вариации по разрывной нагрузке снижается, выравниваются показатели и улучшаются свойства нитей.

Ключевые слова: шёлк, нить, плотность, крутильная машина, качество, ресурсосберегающая технология.

The studies of semi-cyclic characteristics of natural silk threads during their stretching were conducted. It was found that when twisting the threads, their tensile strength increases, the greater the number of thread twists, the higher the strength of the thread. When imparting a twist to the threads, the coefficient of variation in breaking load decreases, the indicators are leveled and the properties of the threads are improved.

Keywords: winding, silk, thread, density, twisting machine, quality, waste raw materials, resource-saving technology.

Актуальными проблемами развития шелковой отрасли являются улучшение качества шелковых тканей и повышение их конкурентоспособности на внутреннем и международном рынках путем внедрения в производство инновационных разработок и технологий, обеспечивающих выпуск высококачественной продукции.

В последнее время неуклонно растёт спрос на изделия из натуральных волокон, в том числе и из натурального шелка. Нити натурального шелка очень тонкие и прочные, обладают большой упругостью, хорошо окрашиваются, имеют приятный нежный блеск и обладают хорошими гигиеническими и потребительскими свойствами. Шелк является одним из древнейших, благородных и ценнейших видов текстильного сырья.

Глубокая переработка коконового сырья, производство готовых шелковых изделий, создание и освоение новых и востребованных видов тканей, модернизация технологического оборудования и совершенствование технологии остаются одной из актуальных и важных задач современности. В свою очередь, эффективность ткацкого станка во многом определяется качеством подготовки пряжи к ткачеству.

Эффективность применения современных текстильных машин и станков во многом определяется качеством подготовки нитей к ткачеству, которое зависит от качества сырья, параметров паковки [1, с. 84-87] и оптимизации технологического процесса [2, с. 14733-14737; 3, с. 185-188], особенно при производстве тканей и переработке нитей натурального шелка.

По физико-механическим свойствам шелковая нить во многом превосходит другие натуральные волокна. Использование в ткани нитей натурального шелка придает им нежность и неповторимый приятный блеск, хорошие гигиенические и потребительские свойства. В шелковой промышленности качество шелковой ткани в основном определяется структурой и качеством шелковых нитей.

Технология производства шёлковой ткани является сложным процессом, ее совершенствованию посвящено множество исследований ученых разных стран.

В работе В. А. Усенко [4] установлено, что прочность шёлковых креповых нитей на разрыв увеличивается до тех пор, пока число крутки не достигнет определенного показателя, и снижается после определенного числа скруток.

Rajkumar Govindaraju изучал зависимость креповых тканей от гибридных композиций натуральных белковых волокон в работе «Гибридные композиты из натуральных белковых волокон» [5].

Maqsood, M., Nawab, Ya., Shaker, Kh. в своих исследованиях изучали влияние структуры переплетения на плотность нити и механические и эксплуатационные свойства ткани [6].

В последние годы с целью повышения производительности процесса снования, улучшения физико-механических свойств нитей, повышения качества ткани и производительности ткацкого станка созданы новые структуры шёлковых нитей, состоящих из нитей малой крутки, и технологии их производства.

Известно, что в процессах ткачества и подготовки к ткачеству нити подвергаются различным механическим воздействиям и деформациям. В результате длительного и многократного их воздействия в нитях образуются сложные изменения, приводящие к их обрыву.

Для определения физико-механических свойств нитей натурального шелка малой крутки использовалось лабораторное оборудование для определения прочности на разрыв и удлинения при разрыве.

Определили полуцикловые характеристики нитей натурального шёлка при разрыве крученых нитей из натурального шелка 2,33 текс x 4 сложения с круткой 200-600 кручений/метр. Для каждого образца проведено по 50 испытаний. Полученные результаты представлены в следующей таблице 1. На рисунке 1 представлена зависимость разрывной нагрузки (прочности на разрыв) и коэффициента вариации по разрывной нагрузке от числа круток нитей натурального шелка.

В таблице 1 приведены показатели разрывной нагрузки нитей натурального шёлка при их полуцикловых деформациях.

Таблица 1

Показатели разрывной нагрузки нитей натурального шёлка при их полуцикловых деформациях

№	Варианты (Образцы)	Разрывная нагрузка, сН	Средн. квадратич. отклонение, сН	Коэффициент вариации, %	Доверительная ошибка	
					Абсолютная, сН	Относительная, %
Нити шёлковые не кручёные						
1	2,33x4	333,1	29,31	8,80	8,33	2,50
Нити кручёные в четыре сложения						
2	(2,33x4)Z200	343,5	21,47	6,25	6,10	1,78
3	(2,33x4)Z400	347,8	24,38	7,01	6,93	1,99
4	(2,33x4)Z600	378,1	25,07	6,63	7,13	1,88

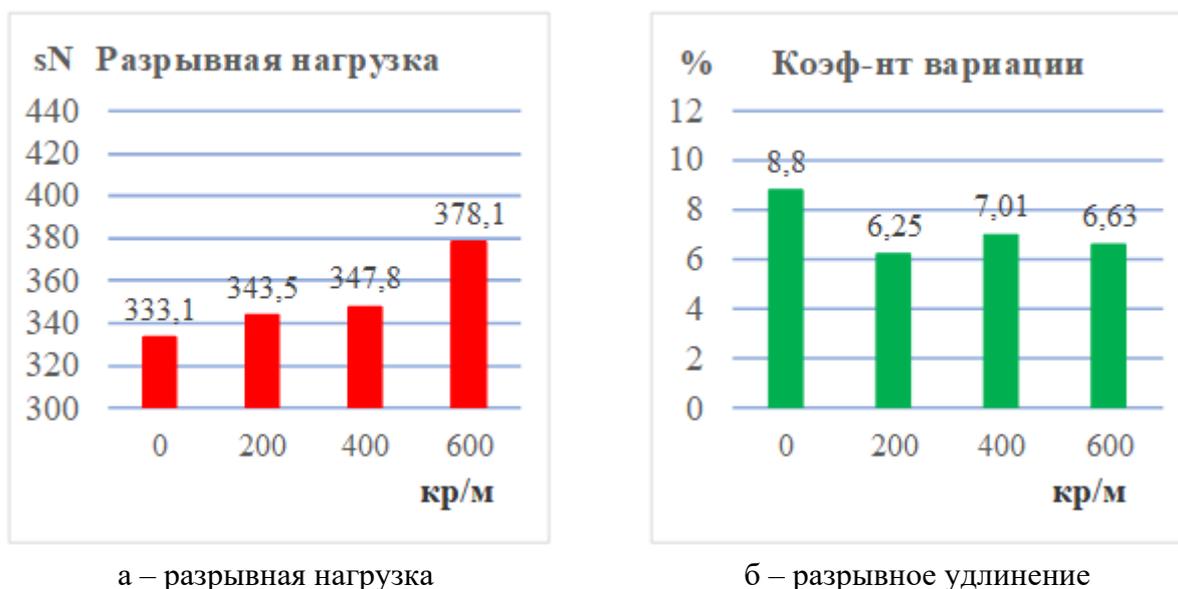


Рис. 1. Зависимость разрывной нагрузки и коэффициента вариации по разрывной нагрузке нитей натурального шелка 2,33 текс х 4 сложения

Анализ полученных результатов по устойчивости к полуцикловым растяжениям натуральных шелковых нитей малой крутки показывает, что при кручении нитей увеличивается их прочность на разрыв, чем больше число кручений нити, тем выше прочность нити. При этом прочность крученой нити 2,33текс х 4 сложения увеличилась на 45 сН или на 11,35 % по сравнению с некручёной нитью.

Также анализ полученных результатов показывает, что при придании нитям крутки коэффициент вариации по разрывной нагрузке снижается, то есть выравниваются показатели и улучшаются свойства нитей. При этом коэффициент вариации по разрывной нагрузке у крученой нити 2,33текс х 4 сложения составил в среднем 6,63% и снизился на 24,66% по сравнению с некрученой нитью.

Полученные результаты могут быть применены в предприятиях шелковой промышленности.

Таким образом, по результатам работы можно сделать следующие выводы.

1. Проведены исследования полуцикловых характеристик нитей натурального шёлка при их растяжении.

2. Установлено, что при кручении нитей увеличивается их прочность на разрыв, чем больше число кручений нити, тем выше прочность нити. При этом прочность крученой нити 2,33текс х 4 сложения увеличилась на 45 сН или на 11,35 % по сравнению с некручёной нитью.

3. Установлено, что при придании нитям крутки коэффициент вариации по разрывной нагрузке снижается, то есть выравниваются показатели и улучшаются свойства нитей. При этом коэффициент вариации по разрывной нагрузке у крученой нити 2,33текс х 4 сложения составил в среднем 6,63% и снизился на 24,66% по сравнению с некрученой нитью.

4. Полученные результаты могут быть применены в предприятиях шелковой промышленности.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Орипов Ж. И., Валиев Г. Н. Исследование качественных характеристик шёлка–сырца механического и автоматического кокономотания // Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоёмкие технологии и материалы (SMARTEX – 2020): сборник

- материалов XXIII международного научно-практического форума (Иваново, 20-23 октября 2020 г.). – Иваново: ИВГПУ, 2020. – 445 с., с. 84-87.
2. Valiev G. N., Khomidov V. O. Study of the Shape of a Balloon of Natural Silk Thread When Winding From a Fixed Packing // International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology (IJARSET). Vol. 7, Issue 8, August - 2020. – 14733-14737pp.
3. Валиев Г. Н., Хомидов В. О., Турдиев М. Способ определения технологичности нитенатяжных приборов текстильных машин // Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоёмкие технологии и материалы (SMARTEX – 2018): сборник материалов XXI международного научно-практического форума (Иваново, 26-28 сентября 2018 г.). – Иваново: ИВГПУ, 2016. – Часть 1, 303 с., с. 185-188.
4. Усенко В.А. Переработка химических волокон: Учебное пособие для вузов / - М. : Изд-во Легкая индустрия. 1975. - 116 с.
5. Rajkumar, Govindaraju Natural protein fiber hybrid composites: Effects of fiber content and fiber orientation on mechanical, thermal conductivity and water absorption properties /Rajkumar, Govindaraju [et al.] // Journal of Industrial Textiles. – 2015. – № 5. – P. 709-724.
6. Maqsood, M. Modelling the effect of weave structure and fabric thread density on mechanical and comfort properties of woven fabrics / Maqsood, Muhammad; Nawab, Yasir; Shaker, Khubab // Autex research journal. – 2016. - № 3. – P. 160-164.

## РАСШИРЕНИЕ АССОРТИМЕНТА ТКАНЕЙ ИЗ НАТУРАЛЬНОГО ШЕЛКА

### EXPANSION OF THE RANGE OF FABRICS FROM NATURAL SILK

Н.Г. Валиев, А.Д. Даминов  
N.G. Valiev, A.D. Daminov

Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности, (Республика Узбекистан)  
Tashkent institute of textile and light industry (Republic of Uzbekistan)  
E-mail: nodirbekvaliyev@mail.ru

**В данной статье рассмотрены актуальные вопросы шелкового производства, пути создания новых видов шелковых тканей с использованием в основе и утке новых структур нитей, расширения ассортимента шелковых тканей.**

**Ключевые слова:** ткань, технология, нить, натуральный шелк, крутка, сложная крутка, деформация, качество.

**This article presents topical issues of silk production, ways to create new types of silk fabrics using new thread structures in the warp and weft, expanding the range of silk fabrics.**

**Keywords:** fabric, technology, thread, natural silk, twist, complex twist, deformation, quality.

В современный период в мировой текстильной отрасли наряду с улучшением качества продукции возрастает и потребность в расширении ассортимента тканей. В эпоху современной рыночной экономики большое значение приобретает производство продукции, конкурентоспособной на мировом рынке, увеличение ее разнообразия, увеличение экспортного потенциала в условиях усиливающейся конкуренции.

Повышение эффективности получения и переработки шелка, увеличение видов шелковой продукции, создание и внедрение современных технологий, обеспечивающих высокое качество продукции, расширение видов продукции являются одними из важнейших задач современности.

Технология производства тканей из натурального шелка представляет собой сложный процесс, эффективность которого зависит от качества сырья, структуры и качества используемых намоток, а также качества и структуры нитей основы и утка, подготовленных к ткачеству.

По физико-механическим свойствам шелковая нить во многом превосходит другие натуральные волокна. Использование в ткани нитей натурального шелка придает им нежность и неповторимый приятный блеск, хорошие гигиенические и потребительские свойства. В шелковой промышленности качество шелковой ткани в основном определяется структурой и качеством шелковых нитей.

Известно, что из шелкового сырья изготавливаются разные виды нитей. Основными видами кручёных изделий из шелковых нитей являются нити утка и основы [1].

Уток - изготавливается из одного или нескольких нитей шелка-сырца или химических нитей с круткой до 150 кручений/метр. Основа из натурального шелка вырабатывается путем сложения 2-4 и более нитей шелкасырца [1].

Используемые здесь термины уток и основа носят условный характер, поскольку помимо указанных структур нитей в качестве утка и основы могут использоваться крученые нити любого типа и структуры. Основа из химических нитей, как правило, вырабатывается из одиночных технических нитей с круткой от 180 до 220 кр./м.

Гренадин изготавливается из натурального шелка и отличается от основы тем, что вырабатывают при первом кручении от 1000 до 1500 кр/м и при втором кручении от 750 до 1250 кр/м.

Муслин - изготавливаемая из одной нити шелка-сырца от 800 до 1500 кр/м или из химических нитей с круткой от 600 до 800 кр/м, из капроновых нитей от 100 до 1400 кр/м.

Креповая ткань – тонкая ткань, вырабатывается из натурального шелка, а также комплексных химических нитей. Креповая нить из шелка - сырца состоит из 2-7 одиночных нитей и имеет правую или левую крутку от 2200 до 3200 кр./м

Креповую пряжу из химически сложных нитей производят из 1 или 2 текстильных нитей, преимущественно вискозных, с утком от 1500 до 2500 уш./м в правом и левом направлениях. Для фиксации крутки крученых креповых нитей их пропаривают, чтобы предотвратить появление сукрутин и спутывания нитей [1].

Креповые нити применяют при производстве тканей с креповым эффектом, креп-жоржета, креп-шифона и др. При выработке крепдешина креповая нить используется в качестве утка, при котором правая и левая крученые креповые нити используются попеременно по 2 нити правой и левой крутки. При производстве креп-жоржета как для основы, так и для утка используются креповые нити, при которых поочередно применяют две нити правой и две нити левой крутки. Поэтому при выработке креповых тканей доля креповых нитей правой и левой крутки одинаков. После отварки креповых тканей нити пытаются раскрутиться, но переплетения в ткани не позволяют им раскрутиться, в результате чего на поверхности ткани появляются маленькие зернистые узелки, образуя эффект в виде зернистой поверхности ткани, называемым креповым эффектом.

В настоящее время ученые-текстильщики мира уделяют большое внимание развитию техники и технологии текстильного производства, совершенствованию технологии тканей, сотканых из смесовых нитей.

Индийские учёные А. Gogoi, A.N. Hazarika, Rajashree Phukon, Nabanita Gogoi предложили технологию ткачества из смешанных нитей натурального шелка и химического волокна [2]. В данной работе удалось снизить себестоимость ткани и улучшить ряд её физико-механических показателей при сохранении специфических свойств шелка за счет получения ткани из смешанных волокон.

В научной работе Ratindra Nat [3] показано, что требования современных потребителей к качеству продукции, дизайну, производительности и эстетическим характеристикам возрастают. В данной научной работе рекомендованы виды ткани по структуре поплин, батист и креповые ткани полотняного и атласного переплетения из смешанных хлопчатобумажных и полиэфирных волокон. Использование в тканях нитей, крученых в направлениях S и Z, и размещение нитей основы и утка в разных вариантах дали интересные результаты в создании «Волнистых», «Теневых» и «Креповых» образов в структуре тканей.

По мнению турецкого ученого Tasdemir Münirning, работавшего над использованием смешанных волокон в текстиле, среди материалов, используемых в промышленности, композиционные полимерные материалы занимают важное место благодаря своим превосходным механическим свойствам. Использование сердцевинных волокон в композиционных материалах улучшает их механические свойства. Хлопковые и полиэфирные химические шелковые волокна, широко используемые в текстильной промышленности, обладают хорошими физико-механическими свойствами. В данной научной работе был рассмотрен метод получения сердцевинной пряжи из отходов хлопкового и шелкового волокна и полипропиленового волокна в разных пропорциях [4].

С каждым днем расширяется производство новых видов пряж из различных смешанных волокон, т. е. натуральных и химических волокон, особенно шелковых, хлопчатобумажных и полиэфирных волокон, и выработка из них смесовых тканей.

Структура креповой ткани и технология ее производства – сложный процесс, ее совершенствованию посвящено множество исследований ученых России, Англии, Германии и нашей республики.

В частности, Rajkumar Govindaraju изучал зависимость креповых тканей от гибридных композиций натуральных белковых волокон в работе «Гибридные композиты из натуральных белковых волокон» [5].

Maqsood, M., Nawab, Ya., Shaker, Kh. в своих исследованиях изучали влияние структуры переплетения на плотность нити и механические и эксплуатационные свойства ткани [6].

В течение многих лет известна креповая ткань крепдешин, содержащая нити основы и уточные нити высокой креповой крутки из натурального шелка правой и левой крутки, расположенные по-парно по направлению крутки с раппортом по утку, выполненным переплетением, при котором в пределах раппорта уток образует с нитями основы полотняное переплетение [7].

Ученые Узбекского научно-исследовательского института натуральных волокон и Ташкентского института текстильной и легкой промышленности создали новые виды креповых тканей из натурального шелка [8], повышающие креповые свойства. В вновь созданной креповой ткани в пределах раппорта поочередно один уток образует с нитями основы элементы (перекрытия) полотняного переплетения, а другой уток образует с нитями основы элементы (перекрытия) репсового переплетения, причём, репсовые переплетения одного утка расположены по отношению к репсовому переплетению другого утка без сдвига или со сдвигом на 1 или более нити основы, а полотняные переплетения одного утка расположены по отношению к полотняному переплетению другого утка без сдвига или со сдвигом на 1 нить основы [8].

Кроме того, по крайней мере в одной системе крученые нити располагаются с чередованием в одну нить по направлению крутки, создавая новые типы креповых тканей. В результате были созданы новые виды креповых тканей с расположением одной нити правого и одной нити левого направления крутки и расширен их ассортимент [9].

В работе В. А. Усенко [10] установлено, что прочность креповых нитей на разрыв увеличивается до тех пор, пока число крутки не достигнет определенного показателя, и снижается после определенного числа скруток.

В работе [11] нами представлены изучение деформационных свойств нитей натурального шелка оптическим прибором. Проанализированы изменения, происходящие за 3 секунды в нитях натурального шёлка простой и сложной крутки. Установлено, что нить натурального шелка сложной крутки за короткий промежуток времени успевает удлиниться на большую величину, при этом деформирование нити натурального шелка сложной крутки в начальной стадии нагрузки происходит быстрее по сравнению с нитью обычной крутки, что имеет большое значение с учётом условий формирования ткани на ткацком станке, где за короткий промежуток времени нить подвергается большим деформациям.

По результатам работы можно сделать некоторые выводы и определить следующие пути расширения ассортимента шелковых тканей:

- использование в производстве шелковых тканей различных видов и толщин шелковых нитей в качестве нитей основы и утка;
- придание нитям основы и утка различной степени крутки, обычное простое кручение и сложное скручивание нитей;
- создание новых тканевых структур и переплетений при производстве шелковых тканей;
- создание новых видов шелковых тканей с использованием новых видов смесовых нитей в основе и утке.

#### ЛИТЕРАТУРА

7. Х.Алимова, В.А.Усенко. Ипакни эшиш. Ташкент: Шарқ, 2001. – 272 с.
8. Gogoi, A. Effect of resists on cotton / Dr. A. Gogoi, A.N. Hazarika, Rajashree Phukon, Nabanita Gogoi // Silk The Indian Textile. - 1998.

9. Ratindra, Nat. Effect of Yarn Twist Direction and Woven Design on Certain Novelty Fabrics from Cotton/Polyester Trilobal Filament 3-ply Yarn / Ratindra Nat [et al.] // Journal of The Institution of Engineers (India): Series E.: - 2015. -Tom 96, № 1. – P. 15-21.
10. Tasdemir, Münir Properties of Polypropylene Composite Produced with Silk and Cotton Fiber Waste as Reinforcement / Tasdemir Münir [et al.] //International Journal of Polymeric Materials. - 2007, Tom. 56 № 12, P. 1155-1165.
11. Rajkumar, Govindaraju Natural protein fiber hybrid composites: Effects of fiber content and fiber orientation on mechanical, thermal conductivity and water absorption properties /Rajkumar, Govindaraju [et al.] // Journal of Industrial Textiles. – 2015. – № 5. – P. 709-724.
12. Maqsood, M. Modelling the effect of weave structure and fabric thread density on mechanical and comfort properties of woven fabrics / Maqsood, Muhammad; Nawab, Yasir; Shaker, Khubab // Autex research journal. – 2016. - № 3. – P. 160-164.
13. Переработка химических волокон и натурального шелка. Часть III. Под редакцией М.Д.Талызина. – М; Легкая индустрия, 1970, 445 с., с 273-275.
14. Валиев Г.Н., Ахунбабаев О.А., Алимбаев Э.Ш., Мирзахонов М., Рахимходжаев Г.А. Креповая ткань / Патент UZ № IAP 03282. Официальный бюллетень, 2007. – № 2, с. 60-61.
15. Ахунбабаев О.А., Валиев Г.Н., Мирзахонов М. Креповая ткань // Патент UZ № IAP 04038. Официальный бюллетень, 2009. – № 10, с. 38-39
16. Усенко В.А. Переработка химических волокон: Учебное пособие для вузов / - М. : Изд-во Легкая индустрия. 1975. - 116 с.
17. Бобожанов Х. Т., Орипов Ж. И., Валиев Н. Г. Изучение деформационных свойств нитей натурального шелка оптическим прибором. / Международная научная конференция посвященная 135-летию со дня рождения профессора В.Е.Зотикова. Сборник научных трудов (25 мая 2022 г.). Часть 1.- М.: РГУ им. А.Н. Косыгина, 2022 г. - 171 с., с. 47-51.

## ПРОБЛЕМЫ НАСТИЛАНИЯ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ В ШВЕЙНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

### PROBLEMS SPREADING OF TEXTILE FABRIC IN SEWING PRODUCTION

А.Е. Горелова<sup>1</sup>, М.В. Козырев<sup>2</sup>, А.А. Майоров<sup>2</sup>  
А.Е. Gorelova<sup>1</sup>, М.В. Kozyrev<sup>2</sup>, А.А. Mayorov<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ивановский государственный политехнический университет

<sup>2</sup>ООО «Швейснаб» (Иваново)

<sup>1</sup>Ivanovo State Polytechnic University

<sup>2</sup>LTD «Schweisnab» (Ivanovo)

E-mail: GorelovaAnn@mail.ru, mail@shveysnab.ru

Рассмотрены особенности процесса настиления текстильных материалов перед раскроем. Описаны особенности конструктивных решений настилочных кареток, влияющие на эффективность использования текстильных материалов, качество края и безопасность процесса. Предложены способы снижения электризуемости текстильных материалов при настилении.

**Ключевые слова:** настиление текстильных материалов; эффективность швейного производства; эффективность настиления; настилочная каретка; равномерное натяжение текстильных материалов; электризуемость текстильных материалов; антистатическая обработка текстильных материалов.

The article considers the features of the process of spreading textile materials before cutting. We have described the features of construction solutions of spreading machines that affect the economy of textile materials, the quality of cut details and the safety of the process. We have proposed ways to reduce the electrification of textile materials during spreading.

**Keywords:** spreading textile materials; efficiency sewing production; efficiency of spreading; spreading machine; even tension of textile materials; electrified of textile materials; antistatic treatment of textile materials

Настиление – процесс, предшествующий раскрою деталей изделий и заключающийся в разматывании текстильного материала из рулона или пачки, разрезании на полотна определённой длины и укладывании каждого из них друг на друга с выравниванием по двум перпендикулярным сторонам (концевому припуску и кромке). Операции настиления являются наиболее сложными и трудоёмкими, занимающими значительную часть производственной площади, определяющими качество края, эффективное использование материалов [1] и создающими предпосылки рациональной работы на последующих операциях. [2]

Эффективность использования материалов при настилении заключается в минимальном смещении срезов относительно друг друга (смещение концевого припуска по высоте настила  $\pm 5$  мм) и соблюдения выравнивания кромки. Например, при раскрое деталей изделий из трикотажа стандартный настил длиной 10-12 м в 40-50 полотен выполняют из 5-6 рулонов. За счёт уменьшения концевого припуска на  $\pm 2$  мм экономия материала составляет от 12 до 16 м в смену. При выборе полуавтоматической и автоматической настилочной кареток следует обратить внимание на регулировку величины напуска, формируемого из полотна после отрезания предыдущего и перед ходом каретки. При сопоставлении данной величины с величиной «стаскивания» полотна при настилении следующего полотна, зависящей от тангенциального сопротивления материала, возможно образование равномерного концевого припуска на всём настиле.

Качество края определяется следующими факторами:

1. равномерностью натяжения материала при разматывании и настилении, снятие напряженно-деформированного состояния,
2. отсутствием смещения полотен относительно друг друга вследствие наличия электрического напряжения на синтетических и смешанных материалах.

Первый фактор приводит к несоответствию деталей кроя по размерам, вплоть до предыдущего размера, что влечёт за собой дополнительный расход материала. Собственный анализ, а также анализ в [3] показал, что действующие и предлагаемые рынком настилочные комплексы имеют определённый набор технологических и технических недостатков, связанных с неравномерностью и запредельной деформацией полотен при настилании. Проблема неравномерного натяжения материалов в настиле в большей степени характерна для ручной размотки ввиду монотонности труда и потребности синхронной работы двух операторов, что минимизируется при использовании настилочных кареток в полуавтоматическом и автоматическом исполнении. Однако, несмотря на высвобождение одного оператора, обслуживающего оборудование, повышается требование к механику-наладчику. Специалист контролирует процесс и регулирует под каждый материал прижим валов и дифференциальное натяжение полотна (изменяя скорости разматывания и настилания), формируя условный накопитель, за счёт наличия которого у материала появляется возможность снять напряженно-деформированное состояние.

Кроме того, отсутствие отечественных производителей подобного оборудования вызывает дополнительную сложность при внедрении автоматизации настилания на швейных предприятиях ввиду неприменимости льготного кредитования.

Несмотря на антистатическую обработку текстильных материалов при их отделке, второй фактор возникает вследствие того, что все текстильные материалы являются диэлектриками и при контакте с другими диэлектриками и проводниками за счет трения полотна о размоточные ленты, металлические направляющие, а также полотно об полотно накапливают электрический заряд. Наибольшей электризуемостью обладают материалы с высоким содержанием ПЭФ, ПАН или ПА волокон, умеренной шерстяные и шелковые. [4, 5] Высокое электрическое сопротивление текстильных материалов способствует накоплению и удержанию на них длительное время статических зарядов. Излишний электрический заряд приводит к прилипанию к резиновым конвейерным лентам, металлическим поверхностям настилочной каретки, смещению полотен относительно друг друга, намагничиванию полотен/деталей кроя к металлическим устройствам (прижимной пластине, ножам, игольной пластине швейной машины и т.п.), сложности отделения деталей кроя из пачки, увеличению обрывности нитей.

Согласно ГОСТ 12.1.045-84 «Система стандартов безопасности труда. Электростатические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля» превышение напряжённости электростатического поля 20 кВ/м требует сокращения рабочего времени или применения средств защиты от электростатических полей.

На швейных предприятиях для снижения электризуемости используют дополнительное увлажнение. Такой способ подходит только для хлопчатобумажных материалов, увеличивая удельное поверхностное сопротивление на три порядка и не действует на смешанные и тем более синтетические (каких большинство) материалы. [6] Для синтетических материалов операторы самостоятельно начинают искать выход. Например, распыляют в процессе формирования настила антистатик в аэрозоле, что приводит к повышению себестоимости и не устраняет проход напряжения через оператора настилочной каретки. Или, что встречали на шефмонтажах, прикрепляют к настилочной каретке полосы из металлизированной фольги («дождик»), рассеивая электрический разряд, но данный способ будет устранять электрический разряд только при непосредственном заземлении полос.

Мы видим два способа решения проблемы со статическим электричеством при настилании. Это установка специальной системы антистатических планок, которые работают от высоковольтного блока питания. Второй способ заключается в дополнительной обработке полотен в процессе настилания текстильно-вспомогательными веществами, дополнительно образуя токопроводящий поверхностный слой, ускоряющий процесс стекания зарядов с поверхности текстильного материала, что позволяет его не накапливать до критических

значений. Предлагаемая антистатическая система состоит из системы форсунок, закреплённых на раме настольной каретки, в которые под давлением подаётся водный раствор ПАВ на основе производных жирных кислот или спиртов.

Таким образом, показана острая потребность производства отечественного настольного оборудования, оптимизируя технологические и технические решения экземпляров, представленных на рынке и используемых на швейных предприятиях.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Измestьева, А.Я. Проектирование предприятий швейной промышленности: Учебн. для вузов / А.Я. Измestьева, Л.П. Юдина, П.Н. Умняков и др.; Под ред. А.Я. Измestьевой. – М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1983. – 264 с.
2. Серова, Т.М. Современные формы и методы проектирования швейного производства: Учебное пособие для вузов и сузов / Т.М. Серова, А.И. Афанасьева, Т.И. Илларионова, Р.А. Делль. - М.: Московский государственный университет дизайна и технологии, 2004. — 288 стр., с ил. ISBN 5-87055-063-7.
3. Шеромова, И. А. Разработка технологического оборудования для формирования настилов из рулонных материалов / И. А. Шеромова, Г. П. Старкова // Современные наукоемкие технологии. – 2016. – № 10-2. – С. 304-308.
4. Шакурова, Ч. М. Влияние волокнистого состава на электризуемость текстильных материалов / Ч. М. Шакурова, В. И. Богданова // Вестник Казанского технологического университета. – 2013. – Т. 16, № 10. – С. 65-66.
5. Одинцова, О.И. Текстильные вспомогательные вещества в процессах заключительной отделки тканей: учебное пособие / О.И.Одинцова, О.В. Козлова, М.А.Вельбой; Иван. гос. хим.- технол. ун-т. – Иваново, 2014. – 205 с.
6. Гатиятуллина, Р. Ф. Зависимость процесса генерации зарядов статического электричества на поверхности текстильных полимерных материалов от воздействия различных факторов / Р. Ф. Гатиятуллина, Л. Н. Абуталипова // Вестник Казанского технологического университета. – 2012. – Т. 15, № 24. – С. 89-90.

## ХУДОЖЕСТВЕННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТРИКОТАЖА НА ОСНОВЕ МОРСКИХ МОТИВОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ САПР

### ARTISTIC DESIGN OF KNITTED FABRICS IN A NAUTICAL STYLE USING CAD KNITWEAR

Е.М. Ермолаева, О.А. Вигелина  
E.M. Ermolaeva, O. A. Vigelina,

Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна  
Saint Petersburg State University of Industrial Technologies and Design  
E-mail: em.trik@yandex.ru

Статья посвящена художественному проектированию трикотажа с применением современных технологий вязания. Использование морских образов в художественном оформлении трикотажных полотен позволило создать уникальные и стильные модели одежды. На основе метода ассоциаций выбраны технологические приёмы для стилизации художественных образов. При вязании полотен применена современная плосковязальная машина, оснащенная САПР. Текст снабжен рисунками, иллюстрирующими этапы работы над полотнами.

**Ключевые слова:** трикотаж, художественное проектирование трикотажа, дизайн трикотажа, САПР трикотажа, ПВМ Штоль

The article is devoted to the artistic design of knitwear using modern knitting technologies. The use of marine images in the artistic design of knitted fabrics made it possible to create unique and stylish clothing models. Based on the method of associations, technological techniques for stylizing artistic images are selected. A modern flat knitting machine equipped with CAD is used for knitting fabrics. The text is provided with drawings illustrating the stages of work on the fabrics.

**Keywords:** knitwear, artistic design of knitwear, knitwear design, CAD knitwear, Stoll

Использование морских мотивов является одной из актуальных тем в области художественного оформления трикотажных полотен и изделий. Подводная флора и фауна – тема, в истории текстиля, не теряющая актуальность. Морские мотивы отражаются в различных культурах и традициях во всем мире. В разные исторические периоды изображение подводного мира встречалось в различных формах и стилях, рассказывая о связи человека с водной стихией и её обитателями. В современном мире художники и дизайнеры продолжают использовать морские мотивы в текстиле, украшениях и других областях искусства и ремесел [1, 2]. Использование морских образов в художественном оформлении трикотажных полотен может помочь создать уникальные и стильные модели одежды, которые будут привлекательны для потребителей.

Система автоматизированного проектирования трикотажа (САПР) – важнейшая часть современного производства, позволяющая реализовывать сложные технологические и художественные процессы. САПР может представлять собой специализированное программное обеспечение, при помощи которого создается программа для вязания с возможностью визуализации структуры полотна и формируется код для передачи информации на автомат. Имеет смысл рассмотреть возможные подходы для реализации дизайн-проектов с подобными системами.

Для разработки трикотажных полотен описываемого проекта выбраны различные элементы морской флоры и фауны: рыбы, кораллы, ракушки и раковины различных форм, водоросли и морские коньки.

При анализе модных тенденций на 2024 год выявлено, что дизайнеры обращаются к пляжной тематике и природным цветам. На показах преобладают различные оттенки синего и коричневого. Среди ассортимента особенно популярны разнообразные плечевые изделия: топы, джемперы, платья. Художники используют различные трикотажные структуры и

приёмы для создания лёгких и романтических образов: ажурные переплетения, комбинирование различных переплетений в одном изделии или образе, декоративные прорези, цветные и орнаментальные полосы. Многослойность в образах по-прежнему остается актуальной [3-7]. В процессе исследования направлений моды были отобраны прототипы изделий коллекций. Они подбирались по форме, фактуре и структуре, подходящих к выбранной теме [8].

На основе источника вдохновения, результатов анализа тенденций моды и аналого-прототипного поиска изделий, сформирована концепция проекта. Коллекция трикотажных изделий предназначена для молодых женщин 20-30 лет, для которых в одежде важен не только стиль, внешний вид и соответствие трендам, но и комфорт. Модельный ряд предложен на сезон весна-лето для повседневной носки и/или на отдыхе. Основные силуэты – прилегающие, полуприлегающие и прямые. Орнаментальное решение строится на основе морских элементов - рельеф песка, рябь на водной поверхности, фактура ракушек и рыболовная сеть. Суть коллекции состоит в переосмыслении давно знакомых образов, возвращении к естественности и единению с природой. Цветовая палитра, разрабатываемого проекта, также отражает связь с водной стихией, вторя её колориту. Используемые цвета – различные оттенки бирюзового, бежевого, коричневого. Особенности технологии – сочетание различных фактур трикотажа в одном изделии и создание декоративных отверстий и прорезей.

Художественное решение трикотажных полотен создается на основе сочетания различных структур. За счёт ритмичного чередования цветных фактурных полос и блоков можно получать интересные декоративные эффекты, в том числе оптические иллюзии. Платированное переплетение позволяет имитировать фактуры морских растений и ракушек.

На основе метода ассоциаций выделены основные художественные приемы, передающие особенности источника вдохновения: ажурные структуры – имитируют сети; прямые и волнообразные полосы – водную и песчаную поверхность; комбинирование различных переплетений – изменчивость природы и внешние особенности морских обитателей; жаккардовые переплетения – волны.

В эскизах предложен модельный ряд, состоящий из трикотажных изделий: топы, джемпер, кардиган, болеро, юбка и брюки (рис.1). Основные переплетения - ластичное, платированное и ажурное, также присутствуют перекрестное и жаккардовое.



Рис. 1. Художественные эскизы коллекции: а – «Волны»; б – «В сетях»; в – «Морской бриз»

Полотна для моделей отвязывались на двухфунтурной плосковязальной машине немецкой фирмы Stoll CMS 502 KI 12 класса с двумя петлеобразующими системами, оснащенной программным обеспечением M1 Plus. Использование такой системы открывает большие художественные возможности и позволяет сократить время на этапе проектирования полотен и изделий [9]. Для полотен выбрана смешанная пряжа (30% шерсть, 70% ПАН линейной плотности 31×2 текс).

Для первого образа «Волны», состоящего из джемпера и брюк, спроектировано два полотна. Для оформления джемпера разработана орнаментальная композиция. Узор на изделии является акцентным и ведущим, выполнен в смежной цветовой гамме, двухцветным неполным жаккардовым переплетением. Орнамент повторяется по всему изделию и является стилизацией морских волн, полученной за счёт сочетания тёмного и светлого оттенков бирюзового (рис. 2). Плавность и ритмичность - характерные особенности морских мотивов.

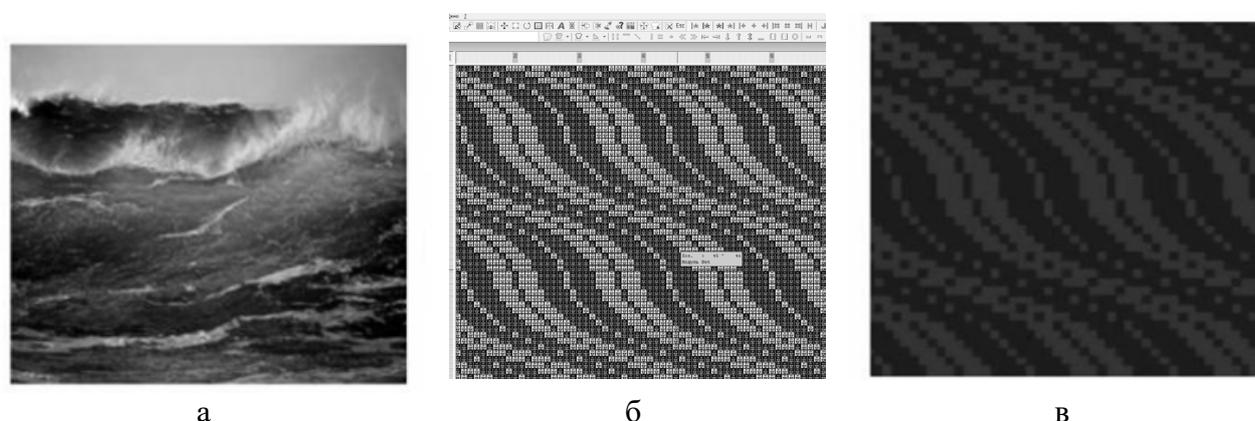


Рис. 2. Разработка орнамента для джемпера «Волны»: а - источником вдохновения; б – вид орнамента в ПО M1PLUS; в – фото готового полотна

На брюках, в результате чередования бежевых и оранжевых полос, с помощью платированного переплетения, удалось повторить рельеф и цветовую гамму ракушек на песке. В отличие от природного источника вдохновения, полосы на брюках прямые и одинаковой толщины по всей длине полотна, так как прямые линии и небольшая толщина полос визуально удлиняет и делает более стройными ноги, и весь силуэт в целом (рис. 3).

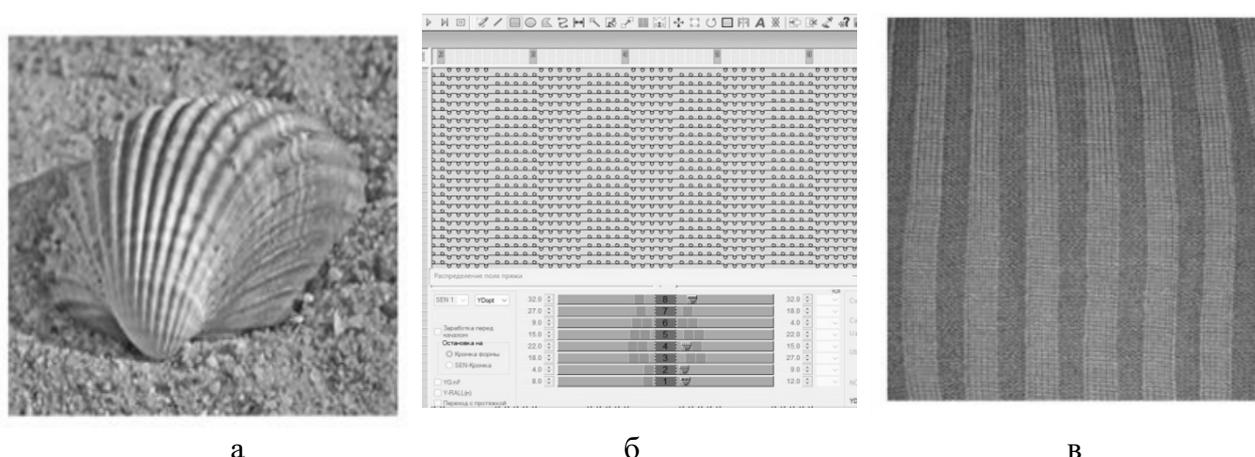


Рис. 3. Разработка орнамента для брюк «Волны»: а - источником вдохновения; б – вид орнамента в ПО M1PLUS; в – фото готового полотна

Во втором образе «В сетях» представлен повседневный комплект, состоящий из болеро, топа, юбки.

Болеро, вдохновлено рыболовными сетями. Для его создания разработано полотно с мелкими, часто повторяющимися отверстиями (рис.4). Подобное решение позволяет не только имитировать фактуру самой сети, но сохранить ощущение легкости, полупрозрачности, что актуально для коллекции сезона весна-лето. Рукава, связаны ажурным переплетением, единой деталью длиной 140 см.

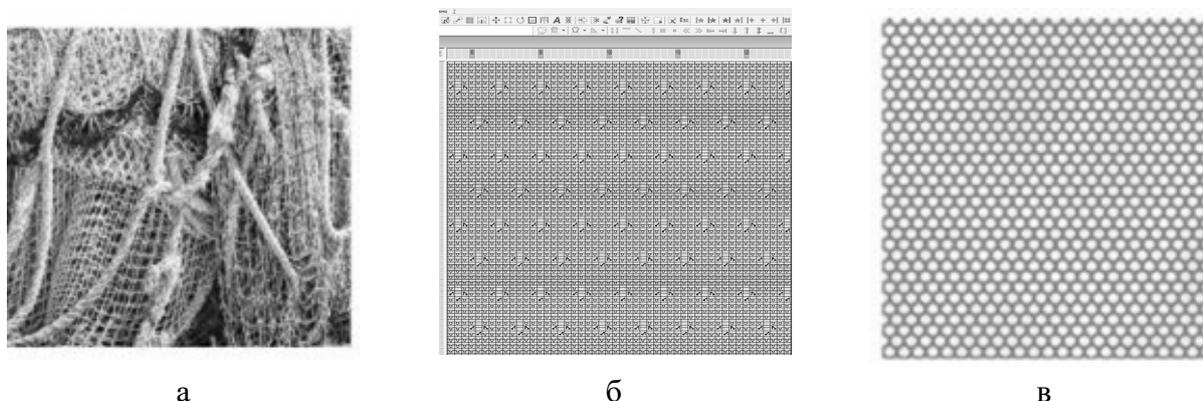


Рис. 4. Разработка орнамента для болеро «В сетях»: а - источником вдохновения; б – вид орнамента в ПО М1PLUS; в – фото готового полотна

Для женского топа разработано полотно, в виде чередования полос различной ширины и высоты (рис.5). Источником вдохновения послужило разнообразие форм и рельефов ракушек, и коралловые рифы. Чередование полос разной высоты имитируют волны, и хаотичное произрастание коралловых полипов. Перед и спинка топа дублируют друг друга и формируют разрезы по бокам на линии талии. В качестве переплетения выбрано чередование ластика различного раппорта: ластик 2+2, ластик 2+5, ластик 2+11, ластик 2+23.

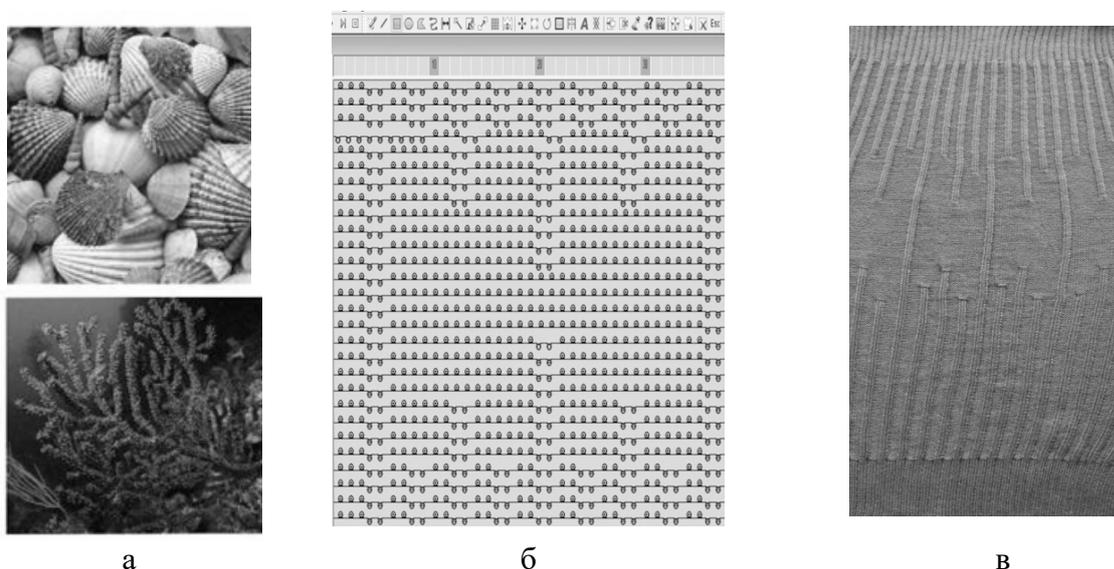


Рис.5. Разработка орнамента для топа «В сетях»: а - источником вдохновения; б – вид орнамента в ПО М1PLUS; в – фото готового полотна

В основу художественного оформления юбки легли рельефы песка, которые проглядывают сквозь морские волны. Полосы на полотне имеют различную ширину и чередуются в произвольном порядке, имитируя изменчивость морских волн в природе, в том числе приливы и отливы (рис.6), которые хорошо можно предать с помощью платированного переплетения.

Третья модель «Морской бриз» включает в себя кардиган, топ и брюки. Для кардигана разработана фактура комбинированного переплетения с чередованием лицевых и изнаночных петель, которая воссоздаёт рисунки, образованные на песке на берегу и под водой (рис. 7).

К стану топа разработана фактура комбинированного переплетения в виде мелких объемных шариков круглой формы, имитирующих рыбку чешую.

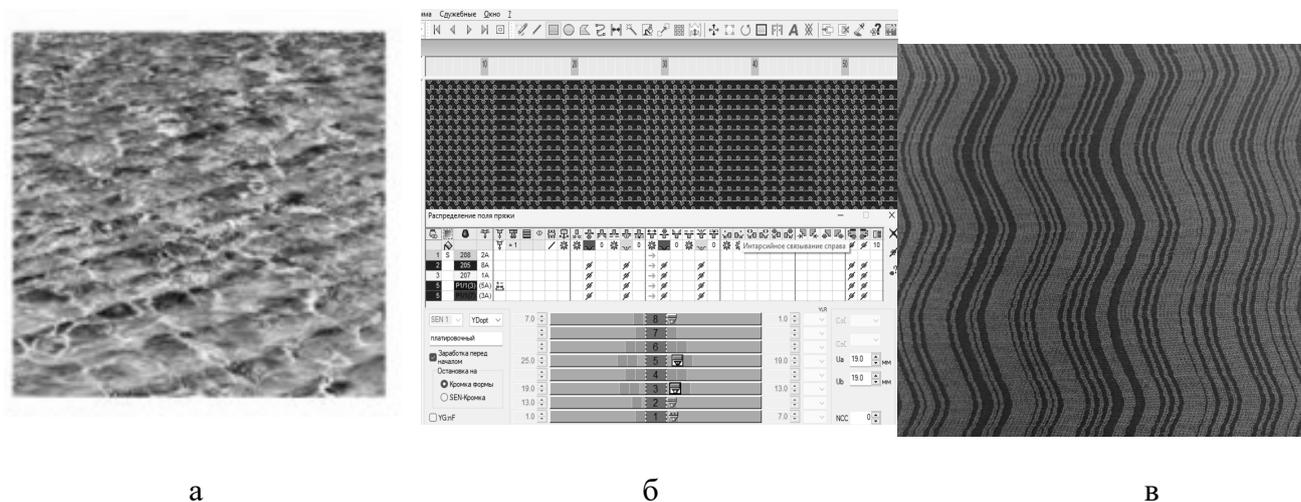


Рис.6. Разработка орнамента для юбки «В сетях»: а - источником вдохновения; б – вид орнамента в ПО M1PLUS; в – фото готового полотна

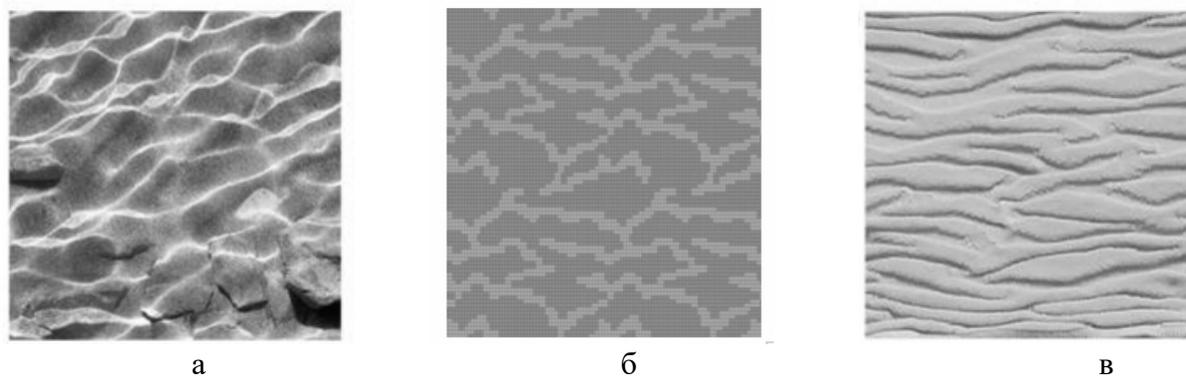


Рис. 7. Разработка орнамента для юбки «Морской бриз»: а - источником вдохновения; б – вид орнамента в ПО M1PLUS; в – фото готового полотна

На брюках расположены вертикальные полосы, выполненные платированным переплетением. Вместе с топом и кардиганом данное художественное решение, рождает ассоциации с рыбой в морских волнах близ песчаного берега. Ассиметричный крой брюк делает образ более динамичным.

Таким образом, разработаны и отвязаны авторские трикотажные полотна для женской одежды, вдохновленные морскими мотивами. Возвращение к естественности и единению с природой – важная часть концепции. Актуальный вид изделий достигается за счёт использования системы автоматизированного проектирования, позволяющей создавать разнообразные цвето-фактурные решения в одном полотне. Благодаря возможностям, которые дают САПР, дизайнер на этапе создания орнамента уже может оценить художественное оформление полотна и внести коррективы в разработку до начала вязания. Процесс создания рисунка в программном обеспечении M1 Plus значительно упрощает работу художника. Имеется возможность как переноса изображения с цифрового носителя

(например, фотографии), так и создания рисунка в графическом редакторе M1 Plus. Для дизайнера важно, что в программе есть система визуализации внешнего вида полотна, что позволяет увидеть разработку в виде петельной структуры на экране. Это сокращает количество воплощенных в материале образцов и время их вязания.

Представленный проект иллюстрирует современный подход в дизайн-проектировании трикотажа, основанный на сочетании оригинального художественного решения и актуальных технологиях.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Fall 2013 Haute Couture: Yiqing Yin's Oceanic Canvases [Электронный ресурс] URL: <https://couturenotebook.com/best-haute-couture-blog/2013/07/04/yiqing-yin-fw-2013-oceanic-canvases> (дата обращения 03.06.24).
2. Fashion's Obsession With The Ocean Obsession Is More Than Just A Tren [Электронный ресурс] URL: <https://www.vogue.co.uk/fashion/article/ocean-inspired-fashion> (дата обращения 03.06.24).
3. The 19 key fashion trends to know for Spring/Summer 2024 [Электронный ресурс] URL: <https://www.vogue.fr/galerie/spring-summer-2024-fashion-trends> (дата обращения 23.10.23).
4. The Key Spring/Summer 2024 Trends To Know Now [Электронный ресурс] URL: <https://www.vogue.co.uk/article/spring-summer-2024-fashion-trends> (дата обращения 23.04.24).
5. VOGUE. Runway [Электронный ресурс] URL: <https://www.vogue.com/fashion-shows> (дата обращения 23.10.23).
6. 20 главных трендов весны и лета 2024: самый полный гид [Электронный ресурс] URL: <https://www.marieclaire.ru/moda/20-glavnykh-trendov-vesny-i-leta-2024-samyi-polnyi-gid/> (дата обращения 23.04.24).
7. Vogue's best looks from the Fendi spring/summer 2024 show [Электронный ресурс] URL: <https://vogue.sg/fendi-spring-summer-2024-show/> (дата обращения 24.04.24).
8. Ермолаева Е.М., Вигелина О.А., Труевцев А.В. Актуальные методы художественно-технологического проектирования трикотажа в этническом стиле // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. - 2021. - №4. - С. 103-109.
9. Е.М. Ермолаева. К вопросу о современных методах художественно-технологического проектирования трикотажа// Е.М. Ермолаева, О.А. Вигелина. Инновации молодежной науки: тез. докл. всерос. науч. конф. молодых ученых / С.-Петербург. гос. ун-т промышленных технологий и дизайна. – СПб.: ФГБОУВО «СПбГУПТД», 2021. – С. 556 – 558.

## **ЦИФРОВИЗАЦИЯ И ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОСЕТЕЙ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ И ВНЕДРЕНИЯ УТЕПЛЁННОЙ ОДЕЖДЫ С ПРИМЕНЕНИЕМ НЕТКАНЫХ МАТЕРИАЛОВ «ХОЛЛОФАЙБЕР»**

### **DIGITALIZATION AND APPLICATION OF NEURAL NETWORKS FOR DEVELOPMENT AND IMPLEMENTATION OF INSULATED CLOTHING USING NON- WOVEN MATERIALS "HOLLOWFIBER"**

В.В. Иванов<sup>1</sup>, Ю.М. Трещалин<sup>2</sup>  
V.V. Ivanov<sup>1</sup>, Yu.M. Treshchalin<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ООО «Термопол» (Москва)

<sup>2</sup> Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова

<sup>1</sup> «Thermopol» Moscow

<sup>2</sup> Lomonosov Moscow State University

E-mail: i-vlad@inbox.ru, antropog@yandex.ru

В исследовании отмечается, что цифровизация способствует кардинальному изменению систем управления и организации производства, взаимодействию с поставщиками сырья и потребителями готовой продукции, проведению мониторинга и прогнозирования спроса на тот или иной вид изделий. Изложены современные возможности цифровых методик, нейросетей, способствующих трансляции вербальных моделей, например, из литературных описаний, технической документации, ТУ, - в визуальный ряд, актуальный для оперативной разработки и внедрения утеплённых текстильных изделий с применением высокотехнологичных нетканых материалов «Холлофайбер» и других современных синтетических материалов.

**Ключевые слова:** цифровизация, текстильная промышленность, нейросети, утеплённая одежда и снаряжение, холлофайбер, нетканые материалы, культурный код, термопол, межкультурная коммуникация.

The study notes that digitalization contributes to a fundamental change in management systems and production organization, interaction with suppliers of raw materials and consumers of finished products, monitoring and forecasting demand for a particular type of product. The modern possibilities of digital techniques, neural networks that facilitate the translation of verbal models, for example, from literary descriptions, technical documentation, technical specifications, into a visual series relevant for the operational development and implementation of insulated textiles using high-tech nonwovens "Hollowfiber" and other modern synthetic materials are described.

**Keywords:** digitalization, textile industry, neural networks, insulated clothing and equipment, hollowfiber, nonwovens, cultural code, thermopol, intercultural communication.

Цифровые технологии, как и в целом, искусственный интеллект, сегодня являются основой эффективного функционирования промышленных предприятий, способствуя:

- кардинальному изменению систем управления и организации производства;
- взаимодействию с поставщиками сырья и потребителями готовой продукции;
- проведению мониторинга и прогнозирования спроса на тот или иной вид изделий.

При этом комплексное системное развитие во многом определяется наличием соответствующих информационных технологий и подготовленного кадрового обеспечения.

Ошибочно считать цифровизацию как локальное изменение технологической цепочки с применением элементов автоматизации некоторых процессов на отдельно взятом предприятии. Мировая практика показала, что «... выбор вариантов цифровизации и темпов её осуществления зависят, прежде всего, от наличия реальных возможностей оперативно подстроить производство под меняющиеся требования к конкурентоспособности, и, одновременно, осваивать новые компетенции в любой отрасли промышленности» [6, 7]. Причём, методология разработки и применения цифровых технологий практически

одинакова для различных сфер экономики, что предопределяет перспективное создание единой информационно-промышленной сети.

Преимуществами внедрения такой сети является оптимизация процессов:

- разработки производственных планов;
- перераспределения производства и сбыта продукции;
- закупки сырья и оборудования;
- движения финансовых потоков.

При этом корректировка ранее намеченных целей и задач возможна в режиме реального времени на основании изменения внешних экономических условий.

В связи с этим весьма актуальны такие цифровые разработки, как система автоматизированного проектирования и система планирования и мониторинга производственных заказов [8].

Переход к системе цифрового управления, а также внедрение новейших подходов в промышленности, позволяет сократить расходы на проектные работы и вывести отрасль из убыточной в рентабельную. Использование цифровых технологий даёт возможность предприятию уменьшить время от замысла до реализации идеи. Например, благодаря сканированию и обработке данных с помощью специализированного программного обеспечения можно значительно сократить временной интервал, необходимый, например, для создания дизайна, версии и тестирования прототипов. Применение цифровой и 3D-печати способствует расширению ассортимента продукции, а также производству продукции по требованиям заказчика. Цифровая печать может использоваться для создания нанесения рисунков и логотипов на текстиль и другие материалы

Кроме того, учитывая наличие имеющихся инженерных разработок, в частности, в текстильной и лёгкой промышленности, сроки окупаемости вновь создаваемых предприятий составят пять-семь лет. Таким образом, к 2030 году возможно не только возродить, но и вывести отрасль в лидеры, как на внутреннем рынке, так и в экспортном сегменте [6].

Современные методики вербализации и визуализации открывают новые технологические возможности, ранее немыслимые как практический инструмент [1]. Развитие нейролингвистики сегодня связывается с нейросетями, способными продуцировать материальные объекты из, например, технических и литературных описаний. Одним из таких проектов стала визуализация капсульных коллекций высокотехнологичной утеплённой одежды, спроектированной на обширных литературных данных.

Заказчиком исследовательской работы выступил московский завод нетканых материалов «Термопол», разрабатывающий и серийно выпускающий утеплители для одежды, снаряжения и строительных объектов, и заинтересованный в продуцировании изделий на текстильной основе на территории РФ в рамках идеологии технологического суверенитета, а также реализации новой Стратегии развития текстильной и лёгкой промышленности Российской Федерации на период до 2035 года, положений Стратегии научно-технологического развития страны, целей и задач развития науки и промышленности, обозначенных в послании Владимира Путина Федеральному Собранию, и в Концепции технологического развития на период до 2030 года.

Для цифрового анализа был сформирован массив big data, состоящий из 154 документальных и художественных источников следующих авторов различных периодов (список также был сформирован автоматизированными системами): Р.А.Алиева, В.К.Арсеньева, В.Г.Воловича, Б.Л.Горбатова, А.М.Гусева, Г.Де-Фера, В.В.Леонтьева, Дж.Лондона, М.Кристенсен, О.М.Куваева, А.В.Мифтахутдинова, Ю.С.Рытхэу, В.М.Санина, Т.З.Сёмушкина, С.В.Обручева, Ю.Пайера, В.Г.Тан-Богораза, А.Ф.Трешникова, Н.Е.Шундика, Г.А.Ушакова, Э.Д.Б.Черри-Гаррарда, Э.Г.Шеклтона, В.А.Шенталинского, Д.И.Шпаро.

Первоначально в big data были загружены тексты различных художественных произведений и этнографических исследований указанных персоналий, в которых по ключевым запросам посредством электронных поисковых систем Яндекс и Google были

выявлены описания разнообразной утеплённой одежды и снаряжения, способов теплоизоляции, защиты от воздействия холода, неблагоприятных климатических условий, минусовых температур, ветра, влажности и пр

Помимо литературных источников в big data были размещены технические условия производителя материалов, в частности, ТУ 8391-002-72922610-05, а также наиболее актуальные монографии, посвящённые smart-textile, нетканым материалам, полимерной высокотехнологичной продукции, производимой в РФ по направлению импортозамещения.

Для генерации визуального ряда из отобранного нами вербального массива были выбраны несколько платных лицензионных (прим.: не указываются намеренно) и общедоступных бесплатных нейросетевых систем, среди которых отмечаем «Нейросеть ruDALL-E», наиболее адекватно генерирующую изображения по описанию на русском языке с алгоритмом до 20 миллиардов параметров.

По итогам оперативной обработки данных нейросетью (от 3 секунд до 2 минут на каждое изображение) было получено 217 образов, из которых как наиболее оптимальные для дальнейшего адекватного внедрения в текстильные изделия на российских предприятиях легпрома автором были выбраны 35 [Рис.1].

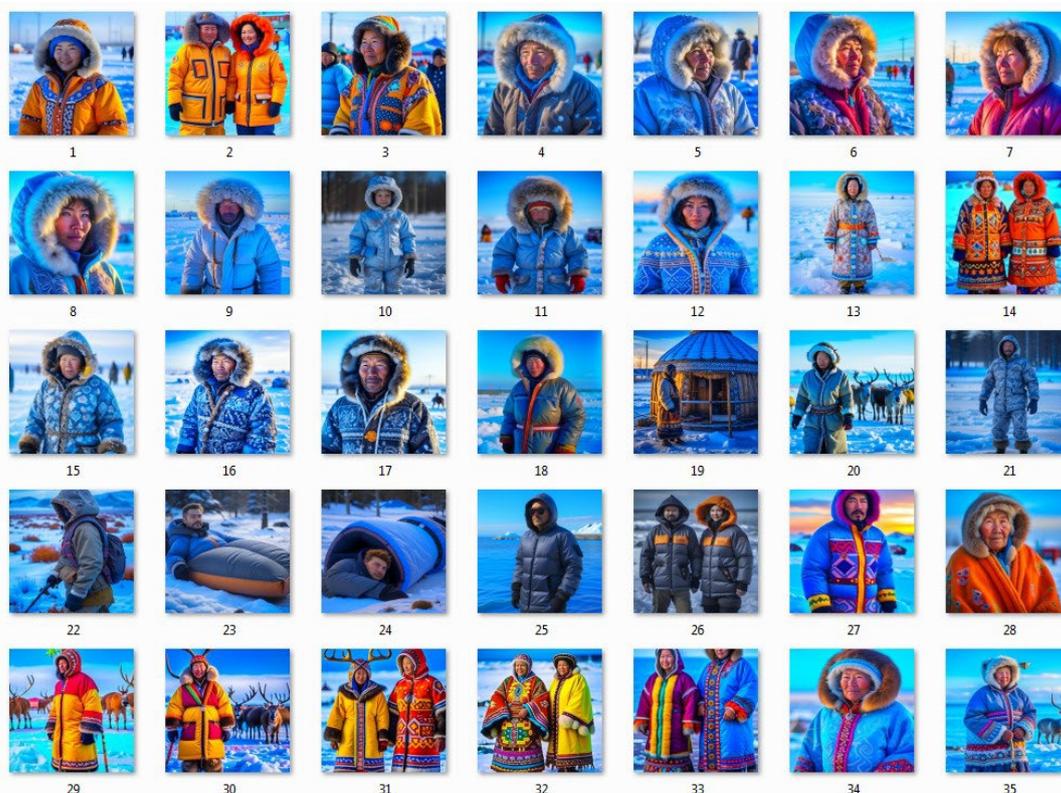


Рис.1. Варианты утеплённого костюма сгенерированного нейросетью ruDALL-E

По итогам комплексных работ был создан конкурсный проект, которые «создала нейросеть». В рамках конкурса «Дизайн одежды», организованного «Арктической стартап-экспедицией: Дальний Восток и Арктика России» (АСЭ ДАР) в 2023 году, нейросеть полностью переосмыслила утеплённые изделия коренных народов Севера и Арктики [2].

«Собрав» из массива данных обобщённый «образ без границ и локации» artificial intelligence (искусственный интеллект), нейросеть, стилизовала традиционные национальные «северные» коды и айдентику [Рис.2].



Рис.2 Стилизованное изображение северной одежды

Она полностью заменила натуральные материалы (пух, перо, шерсть, шкуры и пр.), применяемые веками в изготовлении утеплённой одежды северян, на инновационные высокотехнологичные синтетические ткани, мембраны и нетканые материалы Холлофайбер®, что соответствовало первоначальной постановке цели в техническом задании и описании в ТУ производителя высокотехнологичных материалов [Рис.3].



Рис.3. Стилизованное изображение северной одежды с применением синтетических материалов

Раскрывая суть проекта, нейросеть сделала ставку на biomimetics (биомиметики, синтетические материалы и компоненты, имитирующие и превосходящие свойства натуральных, например, на основе ПЭТФ). «Это эволюция утепления: интеллектуальная защита от холода!» - утверждает нейросеть в смоделированном ею же текстовом описании.

И данным утверждению нельзя не согласиться. С позиции оценки теплофизических свойств волокнистых систем весьма важной характеристикой как материалов, так и элементов структуры является их возможность аккумулировать тепловую энергию, т.е. теплоёмкость. В данном случае под структурной составляющей следует понимать не только волокна, но и добавки различных веществ, сохраняющих приобретённое тепло по возможности дольше.

Учитывая, что лучшим теплоизолятором является воздух, волокнистая структура должна быть, по возможности, наиболее пористой и находиться в сухом состоянии или иметь механическую защиту от попадания внутрь частиц жидкости. Здесь одним из узловых моментов является взаимодействие внешней поверхности с окружающей средой, т.к. в процессе прохождения тепла через слой материала, происходит изменение температурно-влажностного режима, а иногда и фазового состояния среды в пограничном слое зоны контакта [3].

Проведённые исследования теплоизоляционных свойств нетканых полотен Холлофайбер®, изготавливаемых компанией «Термопол» показали, что эффективный коэффициент теплопроводности находится в диапазоне от 0,037 до 0,039, Вт/(м·К), что даже выше показателей ряда натуральных наполнителей. Также нельзя забывать и о высоких

показателях воздухопроницаемости этих материалов, что говорит не только о сохранение тепла, но и о естественной циркуляции воздуха внутри изделия [4].

Сопоставляя результаты расчётов, проведённых для продукции компании «Термопол», необходимо отметить, что в зависимости от пористости, толщины и поверхностной плотности, проницаемость для воздуха и воды полотен одних и тех же марок существенно отличается (численные значения даны в таблице 1).

Таблица 1

Численные значения воздухо- и водопроницаемости нетканых материалов Холлофайбер®

Нетканый материал	Проницаемость по воде (самопроизвольное впитывание), м <sup>2</sup>	Проницаемость по воздуху, м <sup>2</sup>
«Холлофайбер Софт»	$6,6119 \cdot 10^{-13}$	$1,08983 \cdot 10^{-6} \div 4,36903 \cdot 10^{-6}$
«Холлофайбер Хард»	$1,7465 \cdot 10^{-12}$	$3,85312 \cdot 10^{-7} \div 1,0339 \cdot 10^{-6}$
«Холлофайбер Медиум»	$7,4897 \cdot 10^{-13}$	$6,89267 \cdot 10^{-7} \div 3,11733 \cdot 10^{-6}$

Приведённые в таблице 1 данные убедительно доказывают, что оценка проницаемости должна проводиться с учётом назначения и условий эксплуатации нетканых материалов.

Результаты исследований позволяют сделать вывод о целесообразности применения нетканых полотен Холлофайбер® в местах с повышенным влажосодержанием. Учитывая низкий коэффициент теплопроводности, они могут успешно использоваться в качестве теплоизоляции объектов, расположенных во влагонасыщенных средах. Относительно небольшая высота подъёма жидкости в материалах Холлофайбер® (Рис. 4.) объясняется особенностями полиэфирных или полипропиленовых мононитей и, в частности, их гладкой поверхностью и незначительным диаметром, вследствие чего влага удерживается только за счёт адгезии и быстро удаляется, даже путём естественного испарения

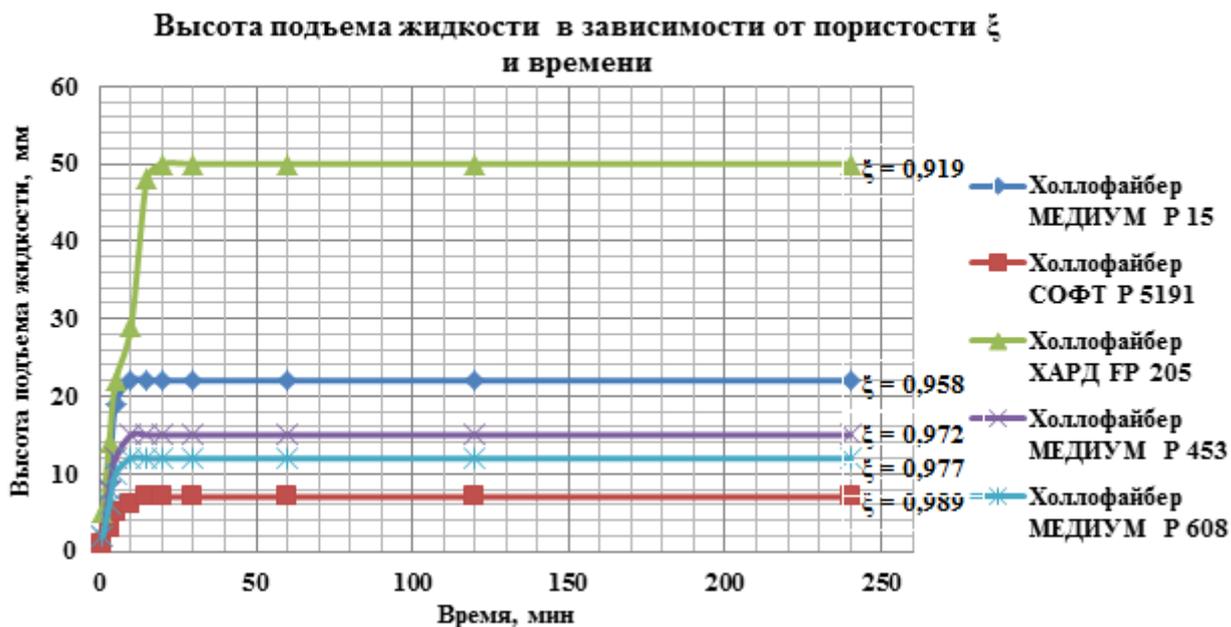


Рис. 4. Графики зависимости высоты подъема жидкости в нетканых материалах «Холлофайбер» в зависимости от пористости  $\xi$  и времени

Проведённые эксперименты дают возможность судить о равномерности впитывания по всему объёму порового пространства испытуемых образцов, что подтверждает наличие изотропных свойств нетканых материалов Холлофайбер®. Этому способствует хаотическое расположение мононитей, во многом определяющее ламинарный режим течения жидкости внутри материалов.

Известный диапазон пористости 95-98%, стабильная величина высоты подъёма жидкости и определенное в процессе эксперимента время (скорость) впитывания, позволяют прогнозировать расход связующего при изготовлении изделий из композитов на основе материалов Холлофайбер®, в частности, гидро-тепло и звукоизоляционных сэндвич-панелей.

Объединив традиции, современность и будущее, нейросеть по литературным описаниям создала реальный нейролингвистический обобщающий стилизованный концепт традиционной утеплённой одежды народов Севера и Арктики, готовой к выводу на рынок с учётом возможностей инновационных импортозамещающих исключительно синтетических технологий (тканей, нетканых материалов Холлофайбер®, мембранных покрытий, нестандартных конструкций для защиты от холода и других погодных воздействий) [Рис.5].



Рис. 5. концепт традиционной утеплённой одежды народов Севера и Арктики, готовой к выводу на рынок с учётом возможностей инновационных импортозамещающих

Анализируя логику формирования образов новой утеплённой одежды, разработчики пришли к выводу, что одним из ключей для генезиса идей стали концепции японской компании Neugowear, специализирующейся на подходах «Дополненное человеческое тело».

К актуальности коллекции была также отнесена забота о животных, об окружающей среде (применение полирециклинговых материалов [5]), smart-технологичность (применение инновационных синтетических материалов в диапазоне до -60 °С и ниже). Образы коллекции

весьма самобытно призывают к сохранению и развитию национальных традиций коренных народов Севера, «трансляциях кода Великой Арктики».

Впервые данные исследования были представлены в 9-10 ноября 2023 г. на 2-м Международном форуме «Содружество моды». Мероприятие было проведено при поддержке Межпарламентской Ассамблеи государств – участников СНГ, Совета Федерации Федерального Собрания Российской Федерации, Министерства культуры Российской Федерации, Министерства промышленности и торговли Российской Федерации. К настоящему времени публикуются новые данные представленного проекта. Также данные были представлены XXVI Международном научно-практическом форуме Smartex-2023, Всероссийском семинаре-совещании о ситуации в легпроме, в финале Всероссийского молодёжного научного конкурса ЛЕГПРОМНАУКА, и далее – в Школе молодых учёных в рамках открытых лекций ведущих отраслевых (текстильная и лёгкая промышленность) учёных.

В настоящее время эскизы капсульных коллекций высокотехнологичной утеплённой одежды переданы дизайнерам и конструкторам изделий текстильной и лёгкой промышленности для дальнейшего проектирования и пошива пилотных прототипов.

Нейросеть продолжает продуцировать комбинации внедрений высокотехнологичных материалов Холлофайбер® в традиционные теплозащитные технологии народов Севера и Арктики, но с инновационными подходами: жилища, засидки, транспортные средства, места отдыха, базы хранения и пр.

Таким образом, актуальное исследование, проведённое на стыке межкультурной коммуникации, новейших технологических возможностей переработки и анализа данных big data, анализа исторических, художественных и этнографических описаний утеплённых изделий и способов теплозащиты, позволяет констатировать появление новых возможностей для дизайна и конструирования одежды, снаряжения, строений с применением выпускающихся в РФ высокотехнологичных материалов (в т.ч. «Холлофайбер») с существенной оптимизацией затрат и сокращением сроков внедрения продукции.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Голуб А. Искусственный интеллект для моды. Минск: Дискурс, 2019 – 352 с.
2. Корпоративный сайт «Холлофайбер», hollowfiber.ru [Электронный ресурс]. – Электронн. текстовые данн. ООО«Термопол». – 2024. – Режим доступа: Neurowear с Холлофайбер®: нейросеть создала новую одежду народов Севера и Арктики, 03.10.2023: <https://hollowfiber.ru/main/info/novosti/neurowear-s-hollofajber-nejroset-sozdala-novuyu-odezhdu-narodov-severa-i-arktiki>
3. Трещалин Ю.М., Трещалин М.Ю. Физика нетканых материалов. М.: Изд-во «БОС», 2024. – 172 с.
4. Трещалин Ю.М., Иванов В.В., Трещалин М.Ю., Киселев А.М. Нетканые материалы «Холлофайбер»: структура, свойства, применение. М.: Изд-во БОС, 2017. - 72 с.
5. Отраслевой сайт ruslegprom.ru [Электронный ресурс]. – Электронные текстовые данн. «Легпром России. Минпромторг России». Режим доступа: Полирециклинг представляет для нас большой интерес, 18.06.2021: <https://novosti/intervyu/vladislav-ivanov-polireczikling-predstavlyaet-dlya-nas-bolshoj-interes/?ysclid=m0usb1y8hc855606598>
6. Дайджест СОЮЗЛЕГПРОМА. Электронный ресурс. Режим доступа: <https://souzlegprom.ru/ru>
7. Цифровизация промышленности в России. Электронный ресурс. Режим доступа: <https://finance.rambler.ru/business/50911076-tsifrovizatsiya-promyshlennosti-v-rossii/?ysclid=ltl57rc1th564527033>
8. Ибатуллина А.Р., Красина И.В., Бронская В.В. Аспекты применения инструментов цифровизации в текстильной и лёгкой промышленности. Журнал «Технология текстильной промышленности», № 2 (398) 2022, с. 261 – 266

**СЖИМАЕМОСТЬ КОМПОЗИЦИОННОГО ПОЛИРОВАЛЬНОГО МАТЕРИАЛА НА  
ОСНОВЕ ПОЛОТНА ИЗ ПОЛИАЦЕТАЛЬНЫХ ВОЛОКОН, ПРОПИТАННОГО  
ВОДНОЙ ДИСПЕРСИЕЙ ПОЛИУРЕТАНА**

**COMPRESSIBILITY OF COMPOSITE POLISHING MATERIAL BASED ON  
POLYACETAL FIBRE CLOTH IMPREGNATED WITH AQUEOUS POLYURETHANE  
DISPERSION**

О.В. Кожевникова, Е.С. Бокова, И.Д. Асметков, А.В. Дедов  
O.V. Kozhevnikova, E.S. Bokova, I.D. Asmetkov, A.V. Dedov

Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина  
(Технологии. Дизайн. Искусство), (Москва)  
Russian State University named after A.N. Kosygin  
(Technology. Design. Art) , (Moscow)  
E-mail: efgenum@gmail.com

**Исследована сжимаемость полировальных композиционных материалов, полученных пропиткой водной дисперсией полиуретана полотна из полиацетальных волокон линейной плотности 0,33 текс. Разработана модель для прогнозирования сжимаемости композиционных материалов от двух заданных переменных процесса, характеризующих структуру материалов и степень давления. С использованием разработанной модели установлена оптимальная степень пропитки полотна, больше которой наблюдается существенное снижение сжимаемости.**

**Ключевые слова:** композиционный материал; волокнистый наполнитель; пропитка; дисперсия полиуретана

The compressibility of polishing composite materials obtained by a liquid aqueous dispersion of polyurethane webs made of polyacetal fibers with a linear density of 0.33 tex has been studied. A model has been developed to predict the compressibility of composite materials from two given process variables characterizing the structure of materials and the degree of pressure. Using the developed model, the optimal degree of impregnation of the canvas has been established, more than which there is a significant decrease in compressibility.

**Keywords:** composite material; fibrous filler, impregnation; polyurethane dispersion

Полировальные пористые материалы, полученные пропиткой нетканых иглопробивных полотен [1-3] водной дисперсией полиуретана [4-6] используют для обработки поверхностей стекол, керамики, полимеров и т.п. с применением жидких составов различного назначения. Одним из требований к пористым полировальным материалам является достаточное для практического применения сопротивление сжатию, которое возникает при механическом воздействии на полируемое изделие. Следствием высокой сжимаемости материалов является уменьшение пористости и снижение заданной сорбционной емкости по жидким составам.

Для получения пористых полировальных материалов, как правило, применяются полотна из полиэфирных и полипропиленовых волокон. В настоящее время появилось новое полиацетальное волокно, которое использовали в настоящей работе для получения нетканого иглопробивного полотна. Волокнистый холст получали механическим способом формирования холста на промышленной установке Шнинбау (Германия). Упрочнение волокнистого полотна проводили на иглопробивном агрегате Дило (Германия). Плотность основного прокалывания составляла  $180 \text{ см}^{-2}$ , поверхностная плотность полотна  $s = 220\text{-}250 \text{ г/м}^2$ , толщина – 2,0-2,2 мм, объемная плотности –  $110\text{-}120 \text{ кг/м}^3$ .

Полотно пропитывали водной дисперсией анионного стабилизированного алифатического полиуретана марки IMPRANIL DL 1380 (КНР). Образец полотна размером  $10 \times 10 \text{ см}$  погружали в заполненную дисперсией емкость объемом 500 мл и вручную

прокатывали валиком в течение 3-5 мин. Затем образец извлекали из емкости, выдерживали до полного стекания дисперсии и прокатывали между валиками с постоянным зазором, равным половине толщины материала. Степень пропитки варьировали разбавлением дисперсии дистиллированной водой. Термообработку пропитанного полотна выполняли при температуре 120 °С до постоянной массы образцов.

Степень пропитки  $C_M$  (отн. ед.) рассчитывали из уравнения:

$$C_M = (m_1 - m) / m \quad (1)$$

где  $m_1$  и  $m$  – масса образца после и до пропитки соответственно, кг.

Толщину нетканых образцов и композиционных материалов различной степени пропитки определяли при использовании индикатора по ГОСТ 577-68 с точностью измерения толщины  $\pm 0,01$  мм.

Сжимаемость полотна и композиционных материалов оценивали по деформации сжатия ( $\varepsilon$ , отн. ед.), которую рассчитывали из уравнения:

$$\varepsilon = (d - d_p) / d \quad (2)$$

где  $d$  – толщина полотна и композиционного материала (м);  $d_p$  – толщина полотна и композиционного материала (м) под действием давления  $P$  (кПа).

На рис.1 приведены типичные зависимости  $\varepsilon$  от  $P$  для ряда композиционных материалов с разной степенью пропитки.

Полученные зависимости  $\varepsilon$  от  $P$  (рис.1) описываются степенными уравнениями общего вида:

$$\varepsilon = a - bP^2 + cP^3 \quad (3)$$

Значительное число переменных ( $a$ , отн. ед.,  $b$ ,  $\text{кПа}^{-2}$  и  $c$ ,  $\text{кПа}^{-3}$ ) с неявным физическим смыслом снижает критериальное значение уравнения (3). Авторами статьи установлено [7-9], что в системе координаты условного давления ( $\varepsilon - P^{0.5}$ ) зависимости  $\varepsilon$  от  $P$  сложного вида (рис.1) трансформируются в линейные (рис.2).

В предложенной системе координат линейные зависимости  $\varepsilon$  от  $P^{0.5}$  описываются уравнениями общего вида:

$$\varepsilon = k_P \times P^{0.5} \quad \text{при } \varepsilon < 1, \quad (4)$$

где  $k_P$  – коэффициент размерности,  $\text{кПа}^{-1}$ , который соответствует сжимаемости полотна и композиционных материалов различной степени пропитки при давлении 1 кПа. Чем меньше коэффициент  $k_P$ , тем выше сопротивление композиционного материала сжатию при действии постоянного давления.

Полученное уравнение (4) ограничено границами эксперимента, расширение которых заключается в установлении зависимости  $k_P$  от  $C_M$  (рис.3).  $k_P$ ,  $\text{кПа}^{-1}$ . Полученная зависимость  $k_P$  от  $C_M$  описывается уравнением:

$$k_P = 0,1C_M - 0,32C_M^2 + 0,22 \quad (5)$$

Заменяя в уравнении (4) коэффициент  $k_P$  на уравнение (5) получено уравнение, предназначенное для прогнозирования сжимаемости композиционных материалов с заданной степенью пропитки и эксплуатационном давлении на материал. Уравнение имеет вид:

$$\varepsilon=(0,1C_M-0,32C_M^2+0,22)P^{0,5} \quad \text{при } \varepsilon < 1, \quad (6)$$

Графическое решение уравнение (6) при заданных значениях  $C_M$  от 0 до 1,0, при  $C_M=1,0$  выполняется при  $\varepsilon=0$ , что характеризует прекращение сжимаемости композиционных материалов в выбранном диапазоне значений  $P$  от 0 до 100 кПа ( $P^{0,5}$  изменяется от 0 до 10 кПа) представлены на рис.4

Из зависимости на рис.4 следует, что при относительно большом давлении, которое достигает величины 100 кПа ( $P^{0,5}=10$  кПа), для полотна ( $C_M=0$ ) деформация сжатия составляет 0,75 или полное сжатие полотна не достигается, что является следствием дезориентированного расположения волокон и сложностью равномерной упаковки волокон под действием механической нагрузки.

Перемещение волокон, следствием которого является уменьшение толщины полотна и композиционных материалов, зависит от ориентации и подвижности волокон. Для волокон, ориентированных параллельно поверхности полотна, что достигается при использовании механического способа формирования волокнистых холстов, увеличивается плотность их упаковки без изменения заданной ориентации. Для волокон, которые в процессе прокалывания переориентируются в направлении перпендикулярном поверхности полотна, под нагрузкой изменяется конфигурация [7-12].

В полотне волокна имеют относительно большую подвижность, которая приводит к реализации отмеченных выше двух форм движения волокон под действием механической нагрузки. При пропитке между волокнами образуются стяжки из полимерного связующего, которые фиксируют положение волокон и ограничивают их перемещение в направлении действия механической нагрузки, что вызывает снижение сжимаемости композиционных материалов. При степени пропитки, равной 1,0, подвижность волокон полностью ограничена и материала не сжимаются при заданном изменении давления (рис.4).

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Neznakomova M., S. Boteva S., Tzankov L., Elhag M. Non-woven Textile Materials from Waste Fibers for Cleanup of Waters Polluted with Petroleum and Oil Products//Earth Systems and Environment. 2018. V.2. №3. P.413–420
2. Baley C., Gomina M., Breard J., Bourmaud A. Specific features of flax fibres used to manufacture composite materials//Inter. J. Material Forming 2019. V.12. №6. P.1023-1059
- Yakovleva O. I., Sashina E. S., Osipov M. I., Smirnov G. P. Non-Woven Needle Punched Material with Silver Nanoparticles from Natural Silk Fiber Waste//Fiber Chem. 2020. V.52. №2. P.263-268
3. Wang L., Xu F., Li H., Liu Y., Liu Y. Preparation and stability of aqueous acrylic polyol dispersions for two-component waterborne polyurethane//J. Coatings Technol. Res. 2017. V.14. №1. P. 215–223
4. Arshad N., Zia K. M., Hussain M. T., Zuber M., Arshad M.M. Synthesis of novel curcumin-based aqueous polyurethane dispersions for medical textile diligences with potential of antibacterial activities//Polym. Bulletin. 2022. V.79. №10. P.7711–7727
5. Moiz A., Vijayan A., Padhye R., Wang X. Chemical and Water Protective Surface on Cotton Fabric by Pad-Knife-Pad Coating of WPU-PDMS-TMS//Cellulose. 2016. V.23. №5. P.3377–3388
6. Nazarov V.G., Dedov A.V., Bokova E.S. Compressibility of the composite material with fiber filled and nanodimension polyuretana matrix for road and hydro engineering//Nanotechnologies in construction. 2023. V.15. №1. P.53-58
7. Dedov, A.V., Nazarov,V.G. Mechanical Properties of Composite Materials Based on Latex-Impregnated Needle-Punched Nonwoven Fabrics from Fibers of Different Nature//Inorganic Materials: Applied Research. 2018. V.9. №1. P. 47–51
8. Dedov, A.V.,Nazarov,V.G. Mechanical characteristics of a needle-piercing material obtained from a mixture of polyester and polypropylene fibers treated on a roll calendar//Fibre Chemistry. 2011. V.43. №3. P. 259–262

9. Nguyen M.D., Yang K.H., Lee S.H., Wu C.S., Tsai M.H. Behavior of nonwoven-geotextile-reinforced sand and mobilization of reinforcement strain under triaxial compression//Geosynth. Int. 2013. V.20. №3. P.207–225
10. Basudhar P.K. Interface behavior of woven geotextile with rounded and angular particle sand//J. Mater. Civ. Eng. 2013. V.25. №12. P.1970–1974
11. Das B.M. Use of geogrid in the construction of railroads//Innov. Infrastruct. Solut. 2016. V.1 №1. P.1–12

## ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ГЕОМОДИФИКАТОРОВ ТРЕНИЯ И ГРАФЕНА В СЕРИЙНОЙ СМАЗКЕ ЛИТОЛ-24

Т.А. Комарова<sup>1</sup>, А.А. Гвоздев<sup>2</sup>, А.С. Мардасов<sup>2</sup>  
Т.А. Komarova<sup>1</sup>, А.А. Gvozdev<sup>2</sup>, А.С. Mardasov<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Ивановский государственный политехнический университет

<sup>2</sup>Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет

<sup>1</sup>Ivanovo State Polytechnic University

<sup>2</sup>Verkhnevolzhsk State University of Agronomy and Biothechnlogy

E-mail: resurs1959@yandex.ru, docent.ta@yandex.ru

В техническом сервисе машин и оборудования находят применение добавки к маслам, уменьшающие коэффициент трения и износ, продлевающие ресурс трибосопряжений. В статье рассмотрели триботехнические характеристики пластичной смазки Литол-24 с добавками геомодификатора трения и графена. В качестве базовой смазки использовали пластичную смазку Литол-24, изготовленную в соответствии с ГОСТ 21150-2017. Лабораторные испытания на износостойкость проводили на машине трения 2070 СМТ-1. Стендовые испытания - на специально сконструированной опытной установке, на серийных подшипниках качения. Показано, что введение геомодификатора трения и графена в пластичную смазку Литол-24 позволяет уменьшить износ, коэффициент трения, температуру в зоне сопряжения деталей, эксплуатационные затраты и повысить долговечность подшипника.

**Ключевые слова:** пластичная смазка, Литол-24, геомодификатор трения, графен, подшипник, износ, момент трения, долговечность

In the technical service of machinery and equipment, oil additives are used that reduce the coefficient of friction and wear, prolong the service life of tribo-stresses. The article examined the tribotechnical characteristics of Litol-24 grease with additives of friction geomodifier and graphene. Litol-24 grease, manufactured in accordance with GOST 21150-2017, was used as the base lubricant. Laboratory tests for wear resistance were carried out on a friction machine 2070 SMT-1. Bench tests are carried out on a specially designed pilot plant, on serial rolling bearings. It is shown that the introduction of a friction geomodifier and graphene into the Litol-24 grease reduces wear, friction coefficient, temperature in the interface area of parts, operating costs and increases the durability of the bearing.

**Keywords:** plastic lubricant, Litol-24, friction geomodifier, graphene, bearing, wear, friction moment, durability

В связи с высокой годовой нагрузкой технологического оборудования стоит задача обновления имеющегося парка и совершенствования технологии его обслуживания. Одним из важнейших факторов, определяющих затраты на восстановление и поддержание рабочего состояния техники, является периодичность технического обслуживания и его качество [1]. В техническом сервисе машин и оборудования находят применение добавки к маслам органической и неорганической природы, уменьшающие коэффициент трения и износ в местах сопряжения, продлевающие ресурс. Среди неорганических давно известны материалы слоистого строения: графит, молибденит и прочие. Другая группа материалов слоистого строения [2] на основе серпентина относится к ремонтно-восстановительным составам, способным путем наращивания слоя в местах трения восстанавливать изношенные сопряжения, продлевать ресурс техники [3], осуществлять ремонт в полевых условиях [4]. Серпентин - материал природного происхождения и для положительного эффекта важным является его минералогический и гранулометрический состав [5], [6]. Минералы обуславливают образование алмазоподобных прочных углеродных пленок. Эффект серпентиновой обработки проявляется через час и покрытие наращивается в эксплуатации [7].

Высокую эффективность в триботехнике показывают наноструктурные материалы на основе нитрида бора (препараты фирмы «Вагнер»), оксигидроксида алюминия [8], углерода [9]. Трибопрепараты эффективно работают не только в качестве добавок к маслам ДВС, но и в маслах редуктора и других механизмах, обеспечивая повышение долговечности узлов трения [10]. Наноструктурные добавки уменьшают износ сопряжений деталей, позволяют значительно повысить эксплуатационный ресурс ДВС, редукторов буровой установки и других механизмов.

Среди наноматериалов большой исследовательский интерес в трибологии вызывают углеродные наноматериалы (одно- и многостенные нанотрубки, а также фуллерен-содержащие наноматериалы) [11], наноразмерные углеродные волокна в том числе фторид графена [12]. Введение его в масло уменьшает износ, повышает критическую нагрузку и нагрузку сваривания, снижает трение, существенно уменьшает затраты на ремонт и замену вышедших из строя деталей [13]. Введение фторида графена в смазочные композиции повышает их вязкостные свойства, модифицирует структуру пластичных смазок, улучшает трибологические свойства модифицированных смазочных композиций. Подтверждена перспективность использования фторида графена в качестве модификатора трения для пластичных смазок [14]. Введение в смазочный материал различных форм и состояний углеродной составляющей может служить катализатором устойчивого формирования износостойких покрытий из-за антифрикционных, противоизносных и превосходных самосмазывающихся свойств этих материалов.

Цель исследования – оценить перспективы применения геомодификатора трения и графена в серийно выпускаемой смазке Литол-24.

Материалы и методы. В качестве базовой смазки использовали пластичную смазку Литол-24, изготовленную в соответствии с ГОСТ 21150-2017, приобретенную в розничной торговле (расфасованную в банки по 800 г) и взятую на производстве (бочки по 20 кг).

В качестве геомодификатора трения (ГМТ) использовали природный серпентинит в концентрации 1,0-1,5 % в смазке Литол-24 (оптимальная концентрация по результатам предварительных исследований).

Пенетрацию и температуру каплепадения определяли по стандартным методикам (ГОСТ 32331—2013 Смазки пластичные. Определение пенетрации с использованием пенетromетра с конусом на одну четверть и половину шкалы. М.: ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 11 с. и ГОСТ 32394 —2013 Смазки пластичные. Метод определения температуры каплепадения. М.: ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 7 с.).

Лабораторные исследования на износостойкость проводили на машине трения 2070 СМТ-1 з-да «Точприбор» по схеме «ролик-ролик» на образцах из стали ШХ15 (ГОСТ 2590-88) с 2-3-х кратной повторностью опытов.

Стендовые испытания проводили на серийных подшипниках качения серии №208 (№7 и №11, отличающихся разной величиной осевого зазора), взятых из эксплуатации в качестве ремонтного фонда и находящихся еще в работоспособном состоянии, на специально сконструированной и изготовленной опытной установке (рис. 1).

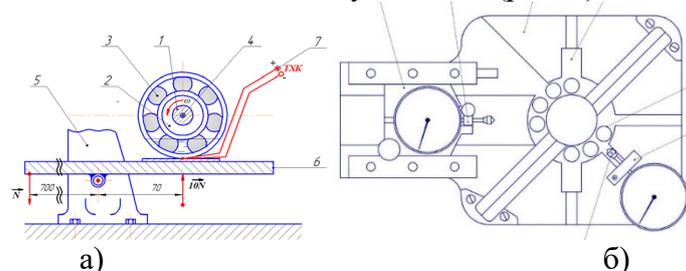


Рис. 1. Схема опытной установки (а): 1 - вал электродвигателя; 2 - переходная втулка подшипника; 3 - подшипник; 4 - гайка фиксирующая подшипник; 5 - кронштейн для крепления нагружающей балки; 6 - нагружающая балка; 7 - термопара цифрового прибора ТМ-902С; прибор КИ-1223 (б) для контроля радиального зазора, укомплектованный микрокатерными измерительными головками (1 мкм).

На установке обеспечивался вращательный характер вала с внутренней обоймой подшипника, наружная обойма фиксировалась нагружающей балкой, выполнялся текущий (начальный, промежуточный и конечный) контроль температуры подшипника, момента трения, уровня шума в децибелах, величина радиального зазора измерялась в промаркированном секторе двух обойм до и после наработки 76 и 120 ч модернизированным прибором КИ-1223 с микрокаторной головкой 0,5 ИПМ (с ценой деления 0,5 мкм) [15]. Экспериментальные исследования показали: присутствие в базовой смазке Литол-24 + ГМТ №4 графена в количестве 0,2 % позволили достичь еще меньших значений износа (на 9,7 %) и температуры (на 19,3 %) в зоне контакта в сравнении только с одним модификатором трения (рис.2).

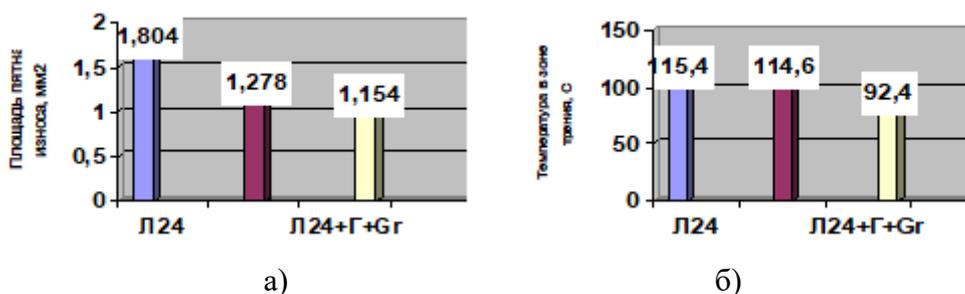


Рис. 2. Площадь пятна износа (мм<sup>2</sup>) (а) и температура в зоне трения (°C) (б) серийной и опытных смазочных композиций.

Получена сравнительная оценка числа пенетрации серийно выпускаемого ПСМ Литол-24 и опытных композиций с различной концентрацией наполнителей. Число пенетрации возросло незначительно - около 3 %. В ходе исследования установлено постоянство температуры каплепадения с ростом концентрации наполнителей. В присутствии смазочной композиции Литол-24 с ГМТ и графеном в рекомендованных концентрациях быстрее, чем с базовой смазкой, возрастала температура и шумовой эффект (происходило внедрение минеральных частиц гидросиликатов магния, шла микрошлифовка, очистка контактирующих поверхностей и формирование новых структур), но в дальнейшем итоговые значения исследуемых параметров опытной композиции были ниже базовой смазки.

Для подшипника №7 достигнуто снижение температуры на рубеже 1,5 ч. на 7 %, для №11 снижение температуры на рубеже 3-го часа составило 27,2 % (рис.3 и 4). Определенная разница объясняется различным исходным состоянием деталей ремонтного фонда, взятого из эксплуатации, в частности, величиной радиального зазора: для №7 – свободно вращающегося, зазор составил 150...200 мкм с большой неравномерностью по контрольным сечениям; для №11, изначально плотного, «зажатого», – 2...7 мкм. Небольшие механические потери у подшипника №7 при формировании вторичных покрытий не сопровождались большим снижением температуры, в то время как, подшипник №11, освободившись от «зажатости», войдя в режим близкого к номинальному зазору, показал значительно больший перепад температуры к концу опыта от исходного значения.

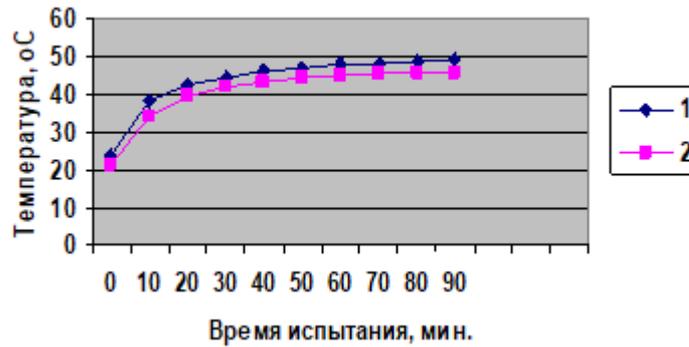


Рис. 3. Изменение температуры подшипника № 7 в начале испытания (1) и после наработки 76 часов (2) с опытной смазкой.

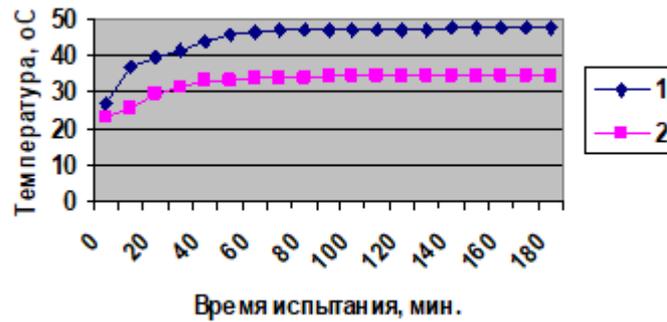


Рис. 4. Изменение температуры подшипника № 11 в начале испытания (1) и после наработки 120 часов (2) с опытной смазкой.

При контроле механических потерь на трения достигнуто снижение момента трения у подшипника № 7 на 12,5 %, у № 11 – 11,1 % (рис. 5 а, б). Уровень шума снижен, соответственно: №7 – на 18 %, № 11 – на 1,3 %.

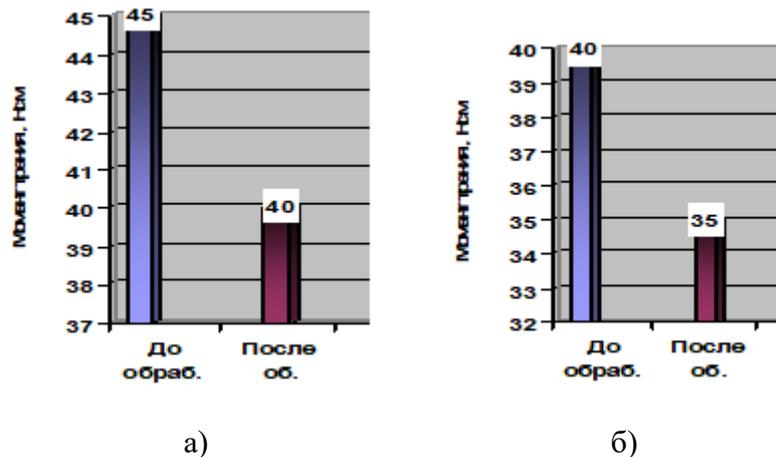


Рис. 5. Изменение момента трения до и после испытания подшипника № 7 (а) и № 11 (б) на опытной смазочной композиции.

В результате происходит не только наращивание слоя в местах сопряжения, уменьшение износа и коэффициента трения, но и как следствие уменьшение эксплуатационных затрат и повышение долговечности подшипника.

Результаты измерения радиального зазора в ходе стендовых испытаний в контрольных сечениях на модернизированном приборе КИ-1223 представлены на рис. 6 (а, б).

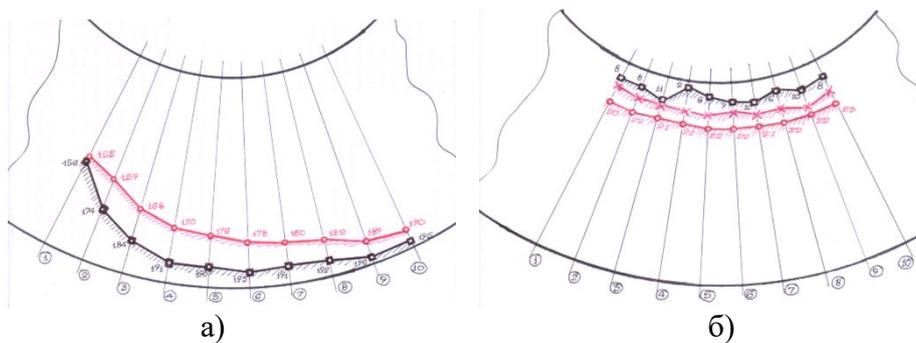


Рис. 6. Результаты микрометража радиального зазора (мкм) подконтрольного участка сектора подшипника № 7 (а) (наработка  $H = 78$  ч) и подшипника № 11 (б) (наработка  $H = 120$  ч) до (-■-■-) и после (-o-o-) испытаний при смазывании опытной композицией.

Средний зазор подшипника №7 до обработки – 186,2 мкм; с дисперсией, как мерой рассеивания параметра, равной  $\sigma^2 = 137,96$  мкм<sup>2</sup> и среднеквадратическим отклонением, равным  $\sigma = 11,746$  мкм; после обработки стало: средний зазор – 174,7 мкм; дисперсия  $\sigma^2 = 123,41$  мкм<sup>2</sup> и среднеквадратическое отклонение  $\sigma = 11,109$  мкм.

Средний зазор подшипника №11 до обработки – 7,8 мкм; с дисперсией  $\sigma^2 = 6,16$  мкм<sup>2</sup> и среднеквадратическим отклонением, равным  $\sigma = 2,4819$  мкм.; после обработки стало: средний зазор – 21,85 мкм; дисперсия  $\sigma^2 = 0,5025$  мкм<sup>2</sup> и среднеквадратическое отклонение  $\sigma = 0,7089$  мкм.

Анализ полученной информации говорит о следующем: в первом случае (у подшипника №7, рис. 6а) уменьшение радиального зазора на 11,5 мкм говорит о сформированном покрытии на четырех контактирующих поверхностях (обоймы внутренняя, наружная и тело вращения – шарик с двух сторон – итого четыре) величиной  $11,5 / 4 = 2,875$  мкм. Математическая обработка опытной информации позволила также оценить степень рассеивания (разброса) точек относительно среднего значения в виде дисперсии и среднеквадратического отклонения – в ходе испытания они несколько уменьшились, подтверждая факт, снижения момента трения, температуры в зоне трения.

Еще бóльший эффект по улучшению вышеназванных триботехнических показателей достигнут на подшипнике №11 (рис. 6 б): обладая изначально очень малым (плотным) зазором (7,8 мкм, в отдельных сечениях до 2 мкм), в ходе испытания в результате мягкой микрошлифовки материалом из состава опытной смазочной композиции радиальный зазор был увеличен до номинального заводского (0,020 – 0,023 мм) с выравниванием контактирующих поверхностей со значительным уменьшением среднеквадратического отклонения до и после испытания в 3,5 раза. Равномерность (сплошность) сформированных покрытий в итоге позволяет уменьшить удельные нагрузки на беговые дорожки и тела качения, снизить мехпотери, температуру и шумовой эффект, увеличивая тем самым ресурс узла трения.

Выводы. Проведенное исследование показало перспективность введения геомодификатора трения и графена в пластичную смазку Литол-24 в подшипниках качения. Добавки позволяют уменьшить износ в зоне сопряжения деталей, температуру в зоне трения на 7- 27 %, момент трения на 11,1-12,5 %, обеспечить выравнивание контактирующих поверхностей и в результате уменьшить эксплуатационные затраты и повысить долговечность подшипника.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Иовлев Г.А., Голдина И.И., Зорков В.С. Технико-экономическая оценка систем технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники. Аграрная науки 2023. №4. С. 129-136. ( (Рус.) ) <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-369-4-129-136>

2. Carmignano O.R., D.G., Viera S., Brandao P.R.G., etc. Serpentinites: mineral structure, properties and technological applications // *J. Braz. Chem. Soc.* 2020. Vol. 31. N. 1. 2-14. DOI:10.21577/0103-5053.20190215
3. Dunaev A.V. Serpentine Tribotechnical Composition «Saranovsky». Preparation and Comparative Tests. // *Global Journal of Engineering Sciences.* England. 2019. Vol. N. 4. 1-5. ISSN: 2641-2039. DOI:10.33552/GJES. 2019.02.000528.
4. Shabanov A.Y., Galyshev Y.V., Sidorov A.A. Antifriction composition as a means to restore worn engine performance. // *International Review of Mechanical Engineering.* 2017. Vol. 11. N. 5. 305-310. DOI:10.15866/ireme.v11i5.11584.
5. Sharifullin S.N., Filkov M.N., Dunaev A.V., Trishkin I.B. Increasing the service life of friction units of machines and mechanisms using serpentine tribopreparations. // *International Journal of Nanotechnology.* 2019. Vol. 16. N. 6-10. 585-595. DOI: 10.1504/IJNT.2019.106629
6. Dunaev A.V. Serpentine tribotechnical composition "Saranovsky". Preparation and comparative tests. // *Global Journal of Engineering Sciences.* England. 2019. Vol. N. 4. 1-5. ISSN: 2641-2039. DOI:10.33552/GJES. 2019.02.000528.
7. Dunaev A.V. Innovative methods for extending the service life of worn-out machines. // *Mining information and analytical Bulletin (scientific and technical journal).* 2018. N. 5. 144-150. DOI: 10.25018/0236-1493-2018-5-0-144-150
8. Федотов А.В., Дорохов А.С., Гвоздев А.А. Триботехнические материалы для технического обслуживания сельскохозяйственной техники // *Технический сервис машин.* 2022. Т. 60. N4(149). С. 37-45. DOI 10.22314/2618-8287-2022-60-4-37-45.
9. Jianlin Sun and Shaonan Du. Application of graphene derivatives and their nanocomposites in tribology and lubrication: a review // *Journal The Royal Society of Chemistry.* Published on 09 December 2019. 40642–40661. DOI: 10.1039/c9ra05679c.
10. Fedotov A.V., Gvozdev A.A., Dunaev A.V., Sergeev N.N., and Barmina O.V. Experience of Breaking in a Tractor Diesel and Drilling Rig Gearbox Using Nanostructured Boehmite Powder // *Journal of Machinery Manufacture and Reliability.* 2021. Vol. 50. N. 3. 262–267. DOI: 10.3103/S1052618821030031.
11. Gvozdev A.A., Smirnova A.I., Berezina E.V., Dunaev A.V., Tkachev A.G., Usoltseva N.V. Tribotechnical characteristics of promising lubricants with carbon nanoparticles // *Liq.Cryst. and their Appl.* 2018. 18 (1), 66-72. DOI: 10.18083/LCAppl.2018.1.66.
12. Селютин Г.Е., Дунаев А.В. Углеродные наноразмерные триботехнические материалы. // *Сельскохозяйственная техника: обслуживание и ремонт.* 2020. № 5. С. 18-24. DOI:10.33920/sel-10-2005-03.
13. Евсин М.Г. Реологические и трибологические свойства смазочных композиций, модифицированных фторидом графена // *Глобальная энергия.* 2023. Т. 29, № 3. С. 124–133. DOI: <https://doi.org/10.18721/JEST.29309>.
14. Васильев И.М., Агамирова Э.Э., Соколова В.А., Ореховская А.А., Загидуллин Р.Р., Киямов И.К., Сабитов Л.С. Исследование возможностей применения смазочных материалов на основе фторида графена в машиностроении и эксплуатации машин и механизмов. // *Известия ТулГУ. Технические науки.* 2022. Вып. 8. С. 417-426. DOI: 10.24412/2071-6168 - 2022-8-417-426.
15. Сидоров В. А., Сотников А. Л. - Эксплуатация подшипников качения Автор: Сидоров В. А., Сотников А. Л. Издательство: Технопарк ДонГТУ "Унитех" Год: 2014. 175 с.

## СОТРУДНИЧЕСТВО КАФЕДРЫ ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ ВОЛОКНИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ С ПРОМЫШЛЕННЫМИ ПАРТНЕРАМИ

### COOPERATION OF THE DEPARTMENT OF CHEMICAL TECHNOLOGY OF FIBRE MATERIALS WITH INDUSTRIAL PARTNERS

О.И. Одинцова,<sup>1</sup> К.А. Ерзунов,<sup>1</sup> О.В. Козлова<sup>1</sup> С.В. Королев<sup>2</sup>  
O.I. Odintsova,<sup>1</sup> K.A. Erzunov,<sup>1</sup> O.V. Kozlova,<sup>1</sup> S.V. Korolev<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ивановский государственный химико-технологический университет

<sup>2</sup>Объединение "Специальный Текстиль" (г. Шуя)

<sup>1</sup>Ivanovo State University of Chemistry and Technology

<sup>2</sup>Association "Special Textiles" (Shuya)

E-mail: odolga@yandex.ru

Обозначена важность проведения совместных научно-прокторских исследований университета с представителями производства. Обобщен опыт сотрудничества кафедры Химической технологии волокнистых материалов, ИГХТУ с текстильными предприятиями Ивановской и других областей. Дана оценка деятельности сотрудников кафедры по подготовке высоко квалифицированных специалистов и научных сотрудников для нужд текстильной промышленности.

The importance of conducting joint scientific and proctor research of the university with representatives of production is indicated. The experience of cooperation of the Department of Chemical Technology of Fibrous Materials, IHTU with textile enterprises of Ivanovo and other regions is summarized. An assessment is given of the activities of the department staff in training highly qualified specialists and research staff for the needs of the textile industry.

Ключевые слова: текстильная промышленность, высшее образование, сотрудничество университетов с предприятиями, прикладные исследования, разработка функциональных тканей.

Key words: textile industry, higher education, university-enterprise cooperation, applied research, development of functional fabrics.

Симбиоз университетской науки и инновационных высокотехнологичных предприятий оказывает влияние на развитие отрасли, рост экономики региона и страны в целом за счет широкого внедрения создаваемых инновационных технологий в производственную деятельность и получения новых улучшенных или принципиально новых наукоемких продуктов. Сотрудничество между кафедрой ХТВМ ИГХТУ и текстильными предприятиями отрасли имеет длительную историю. В настоящее время взаимодействие осуществляется по нескольким направлениям: грантовая деятельность, хоздоговорные и экспертная работы, образовательная деятельность – проведение занятий для студентов в условиях предприятий и совместных студенческих конференций, повышение квалификации специалистов текстильной отрасли.

Необходимо выделить исследовательскую деятельность, как наиболее важную и необходимую для развития нашей промышленности и бизнеса. На примере многолетнего взаимодействия инновационного, научно-производственного предприятия – «Объединение «Специальный Текстиль»», работающего в г. Шуя Ивановской области и преподавателей, аспирантов, студентов кафедры Химической технологии волокнистых материалов в области создания новых технологий для текстильной и легкой промышленности видны результаты успешно реализованной схемы внедрения науки в производство и коммерциализации инновационных технологических решений. С 2014 года начинается история нашего плодотворного сотрудничества с ООО «Объединение специальный текстиль» и лично с Сергеем Васильевичем Королевым, который является председателем совета директоров этого предприятия.

Взаимодействие университетов с предприятиями отрасли может проходить по нескольким значимым направлениям. В научно-исследовательской деятельности за

прошедшие годы сделано много. Выполнено несколько грантов Фонда содействия инновациям, выигранных совместно.

По теме «Разработка технологии изготовления материалов и изделий из них для восстановления биологических тканей, кожных покровов на основе новых инкапсулированных биологически активных веществ (БАВ) и активных фрагментов биополимеров (АФБ) в целях профилактики и коррекции социально-значимых и профессиональных заболеваний». В рамках исследования предложены технологические решения получения текстильных материалов профилактического и лечебного назначения. В результате НИОКР были разработаны технологии создания функционального текстиля с микрокапсулами, содержащими биологически активные вещества природного и растительного происхождения или активные фрагменты биополимеров [1].

Гранты программы «Старт» по теме «Разработка технологии производства защитной одежды с репеллентно-акарицидными свойствами», реализованы совместно со специалистами ООО «Умный текстиль». Работа была направлена на создание российских текстильных материалов для пошива защитных костюмов против кровососущих насекомых, сохраняющих свои акарицидные свойства в течение длительного времени. В результате была создана уникальная технология капсулирования акарицидных веществ и иммобилизации их на текстильных материалах, позволившая отказаться от применения органических растворителей [2]. Разработаны технические условия на опытные образцы защитных костюмов, оснащенных ловушками для клещей и подтверждены защитные действия разработанных костюмов, «Барьер-Инсекто У».

Результатом совместных работ является выполнение грантов Фонда содействия инновациям по программам «Старт», «Развитие» и «Коммерциализация». При содействии сотрудников «Объединения «Специальный текстиль»» часть разработанных технологий внедрена на предприятиях объединения и получено более 10 совместных патентов на изобретение.

Взаимодействие между кафедрой ХТВМ и предприятиями объединения характеризовалось двухсторонней консалтинговой деятельностью, а также мобильностью персонала. В первую очередь возможность пройти стажировку на предприятиях объединения получили сотрудники кафедры, что привнесло огромный вклад в их профессиональные знания.

Организация тесного взаимодействия вузов и работодателей - масштабная задача, включающая необходимость появления новых правовых норм и новых типов договоров, которые бы содействовали вузам в подготовке специалистов, а предприятиям — в оснащении кадрами. Наиболее рациональной формой сотрудничества на сегодняшний день является создание базовых выпускающих кафедр в условиях предприятия.

На предприятии ООО «Тейковский ХБК» создана базовая кафедра Практических технологий отрасли. Реализация образовательного процесса базовой кафедрой осуществляется в соответствии с требованиями Федеральных государственных образовательных стандартов и предполагает учебную, методическую и научно-исследовательскую работу, подготовку кадров и повышение их квалификации в области химической технологии отделки текстильных материалов. Преимуществом обучения на базе предприятия является возможность получения дополнительных знаний, недоступных для остальных студентов, обучающихся по обычной программе.

Основными факультативными дисциплинами, успешно осваиваемыми студентами на базовой кафедре, являются: новейшее оборудование отделочного производства, Цветоведение, Практическое колорирование, Цветовой дизайн текстиля и др. В рамках занятий проходят деловые игры, решаются кейс-задачи, применяется метод «мозгового штурма». Ряд студентов выполняет дипломные научные работы по темам, актуальным для предприятия.

Выпускники базовой кафедры – это высококвалифицированные молодые специалисты, которые могут работать по всей России, в любом из предприятий текстильной отрасли.

По инициативе коллектива кафедры ХТВМ на ряде текстильных предприятий России, таких, как ООО «Галтекс», БТК «Текстиль» проведены работы по организации научно-образовательного центра. Целью данного мероприятия является усиление научно-практической направленности образовательного процесса в ИГХТУ, адресная подготовка и переподготовка кадров высшей квалификации по согласованным образовательным программам, ориентированным на удовлетворение кадровых потребностей Ивановского региона и России. Взаимодействие с предприятием ООО «Галтекс» характеризуется проведением курсов дополнительного профессионального образования и материальной поддержкой от предприятия по ремонту помещений лабораторий кафедры ХТВМ.

Сотрудники кафедры выполняют экспертные работы по заказу предприятий. В качестве примера можно привести ХБК «Навтекс».

Кафедра ХТВМ сотрудничает с предприятиями текстильной отрасли, как Ивановского региона, так и всей РФ для осуществления всех видов практической подготовки на базе ФГБОУ ВО «ИГХТУ».

Выпускники кафедры ХТВМ успешно трудоустраиваются в соответствии с полученной специальностью на текстильных предприятиях Ивановского региона, России и ближнего зарубежья. За время руководства кафедрой Б.Н. Мельниковым было выпущено более 2500 специалистов инженеров химиков-технологов. Под его руководством защищено около 90 кандидатских и 20 докторских диссертационных работ. Многие из них делали и делают все для процветания текстильного производства. Особенно необходимо отметить сотрудников научно-исследовательский отдела "Химия и технология получения волокнистых и полимерных материалов с заданными функциональными свойствами модификацией целлюлозных и синтетических волокон, полисахаридов, растительного сырья" Института химии растворов РАН под руководством д.т.н. Пророковой Наталии Петровны.

Кафедра продолжает традиции, заложенные коллективом наших предшественников. Такие наши выпускники последних лет, как Муравьев И.А. – генеральный директор ООО «Ившвейстандартопт», Говоров И.Н. – главный технолог ООО «Тейковский ХБК» в г.Тейково, Хопина Е.В. - ведущий специалист по инновационным технологиям ООО «Родники-текстиль» являются гордостью кафедры и предприятий, где они работают.

Выпускники кафедры востребованы и далеко за пределами Ивановской области. Кафедра рекомендует выпускников в соответствии с заявками, поступающими с предприятий отрасли. Число таких заявок неуклонно растет. Практически все выпускники 2021-2023 гг. трудоустроены; 90% из них работают по профессии. Число выпускников, работающих в регионе более 80% от каждого выпуска.

*Работа выполнена в рамках Государственного задания на выполнение НИР, тема № FZZW-2023-0008.*

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Петрова Л.С., Яминзода З.А., Одинцова О.И., Владимирцева Е.Л., Соловьёва А.А., Смирнова А.С. Перспективные способы антибактериальной отделки текстильных материалов // Российский химический журнал. 2021. Т. 65. № 2. С. 67-82.
2. Petrova L., Kozlova O., Vladimirtseva E., Smirnova S., Lipina A., Odintsova O. Development of Multifunctional Coating of Textile Materials Using Silver Microencapsulated Compositions // Coatings. 2021. Т. 11. № 2. С. 1-13.
3. Lipina A.A., Odintsova O.I., Vladimirtseva E.L., Avakova E.O., Khakhin S.N. A Rapid Method for Assessing the Migration Ability of Acaricidal Repellent Substances when Released from Microcapsules // Russian Journal of General Chemistry. 2020. Т. 90. № 9. С. 1781-1786.

## **ВОЗМОЖНОСТЬ РЕГЕНЕРАЦИИ ЦЕННЫХ КОМПОНЕНТОВ СТОЧНЫХ ВОД**

### **POTENTIAL FOR THE RECOVERY OF VALUABLE WASTEWATER COMPONENTS**

Ю.П. Осадчий, А.В. Маркелов, А.С. Минеев  
Yu.P. Osadchiy, A.V. Markelov, A.S. Mineev

Ивановский государственный политехнический университет  
Ivanovo State Polytechnic University  
E-mail:osadchiy-y@mail.ru, aleksandr07@mail.ru, mineev@mail.ru

**Рассмотрены вопросы возврата в основное производство компонентов сточных вод при производстве нетканых материалов и отделке хлопчатобумажных тканей методом ультрафильтрации и нанофильтрации.**

**Ключевые слова:** сточные воды, текстильные предприятия, баромембранное разделение, ультрафильтрация, нанофильтрация.

**The issues of returning wastewater components to the main production in the production of nonwovens and finishing cotton fabrics by ultrafiltration and nanofiltration are considered.**

**Keywords:** wastewater, textile enterprises, baromembrane separation, ultrafiltration, nanofiltration.

В последние годы заметное место среди принципиально новых технологий занимает технология баромембранного разделения составных компонентов растворов. Ультрафильтрация (УФ) и нанофильтрация (НФ) используются при очистке сточных вод, содержащих высокомолекулярные вещества, взвешенные частицы, коллоиды [1].

В лабораторных и производственных условиях проведены исследования по разделению сточных вод, содержащих акриловые дисперсии, применяемые при производстве нетканых материалов и отделке хлопчатобумажных тканей, методом УФ и НФ, на полимерных полупроницаемых мембранах марок ПСА, Ф-1, ОФМН. Тип УФ мембран – полисульфонамидные и фторпластовые производства АО «Кристалл» с размером пор 800-1000 Å, НФ композитные мембраны производства АО «Полимерсинтез» с размером пор 100-200 Å. В качестве модельных дисперсий для изучения проницаемости и селективности мембран от времени и избыточного давления над мембраной были использованы водорастворимые аппретаны 9211, 9212, лактон 606.

Экспериментально установлено, что при увеличении скорости потока дисперсии над мембраной до 6 м/с проницаемость УФ мембран возрастает на 10-15 %, что вызвано уменьшением влияния концентрационной поляризации, НФ мембрана увеличивает проницаемость на 25%, что обусловлено еще и уменьшением сил адгезии между жидкостью и материалом мембраны. При постоянной скорости потока дисперсии в течение эксперимента наблюдается снижение проницаемости мембран, которое объясняется тем, что при концентрировании полиакрилаты задерживаются на поверхности мембраны и происходит ее частичное закупоривание [2].

Можно предположить, что образующийся на поверхности УФ мембран осадок создает условия для более значительной концентрационной поляризации задерживаемых мембраной веществ, вследствие увеличения толщины диффузионного слоя, которая превышает толщину осадка. В результате уменьшается коэффициент массоотдачи, а, следовательно, проницаемость и продолжительность эксплуатации мембран [3]. При разделении на НФ мембранах повышение избыточного давления воздействует на слой связанной жидкости и уменьшает его, что приводит к снижению капиллярного сопротивления и увеличению скорости течения продавливаемой жидкости. Стабильная проницаемость мембран ПСА и Ф-1 устанавливается после 2 часов работы, а у мембран ОФМН проницаемость снижается постоянно в течение 15 часов, что свидетельствует о сильном закупоривании пор и

взаимодействии поверхности мембран с полиакрилатами. Селективность мембран ПСА, Ф-1 и ОФМН получили соответственно 98,5, 97,1, 99,6%, которая не менялась во времени.

Доказана возможность использования УФ и НФ мембран для разделения стоков, содержащих акриловые дисперсии для получения пермеата и концентрата, которые можно повторно использовать в производственном цикле. Исследовано влияние рабочего давления, скорости потока и времени процесса разделения на селективность и проницаемость НФ и УФ мембран. Наиболее эффективными являются ультрафильтрационные мембраны ПСА, нанофильтрационные мембраны ОФМН имеют селективность выше, чем ультрафильтрационные мембраны, но намного уступают в проницаемости, что исключает их использование для разделения больших объемов сточных вод, содержащих акриловые дисперсии.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Дытнерский Ю.И. Баромембранные процессы. М.: Химия, 1986. 245с.
2. Осадчий Ю.П., Блиничев В.Н. Баромембранная очистка сточных вод, содержащих пигменты и кислотные красители // Изв.вузов.Технология текстильной промышленности, 2007. №5.С.64-66.
3. Федосов С.В., Анисимова Н.К. Тепломассообмен. Иваново, 2021.104с.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ –FDM ПЕЧАТИ ДЛЯ РЕМОНТА И МОДЕРНИЗАЦИИ ОБОРУДОВАНИЯ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

### THE USE OF ADDITIVE TECHNOLOGIES –FDM PRINTING FOR THE REPAIR AND MODERNIZATION OF LIGHT INDUSTRY EQUIPMENT

Д.В. Теньшов, А.А. Тувин  
D.V. Tenshov, A.A. Tuvin

Ивановский государственный политехнический университет  
Ivanovo State Polytechnic University  
E-mail: dtenshov@list.ru, tuvin1958@mail.ru

**В работе рассматриваются современные и перспективные методы изготовления деталей машин и механизмов для легкой промышленности, с акцентом на трехмерную печать. Основное внимание уделяется двум наиболее применимым технологиям: FDM (Fusion Deposition Modeling).**

**Ключевые слова:** Аддитивные технологии, 3D-принтер, FDM технология, развитие технологий, детали машин, предприятие.

**The paper considers modern and promising methods of manufacturing machine parts and mechanisms for light industry, with an emphasis on three-dimensional printing. The focus is on the two most applicable technologies: FDM (Fused Deposition Modeling).**

**Keywords:** Additive technologies, 3D printer, FDM technology, Technology development, Machine Details, company.

На сегодняшний день существует множество методов изготовления деталей машин и механизмов оборудования лёгкой промышленности, каждый из которых обладает собственными преимуществами и недостатками.

В данной работе рассматривается современный и перспективный метод производства деталей машин и механизмов — трёхмерная печать. Несмотря на разнообразие видов трёхмерной печати, наиболее применимыми в лёгкой промышленности являются технологии FDM.

FDM-печать (Fused Deposition Modeling) представляет собой метод аддитивного производства, реализуемый посредством послойного нанесения материала через экструзию. В процессе FDM объект формируется путём последовательного нанесения расплавленного материала согласно заранее разработанному алгоритму, слой за слоем. Используемые материалы — термопластичные полимеры, имеющие форму нити (филамента). Технология FDM является одной из наиболее доступных и широко распространённых. Высококачественные 3D-принтеры, работающие по технологии FDM, доступны по цене от 45 тысяч рублей. Также преимуществом данной технологии является обширный ассортимент материалов (филаментов). На рис.1 представлена деталь, изготовленная из плотного ( $1.2 \text{ г/см}^3$ ), но при этом эластичного (удлинение на разрыв 335%) TPU-95A-пластика (термопластичный полиуретан). Данная деталь подвержена агрессивным химическим соединениям, но при этом сохраняет свои геометрические и физические свойства.

Точность изготовления составляет порядка 0.09 мм (в зависимости от режима печати). Стоимость 1кг катушки данного ABS пластика (филамента) составляет порядка 2.5 тыс. рублей. На изготовление данной детали было израсходовано 30 г. Печать заняла 80 минут. Себестоимость данной детали составила порядка 100 рублей за штуку. Данную деталь купить не представляется возможным, она спроектирована под конкретные нужды производителя.

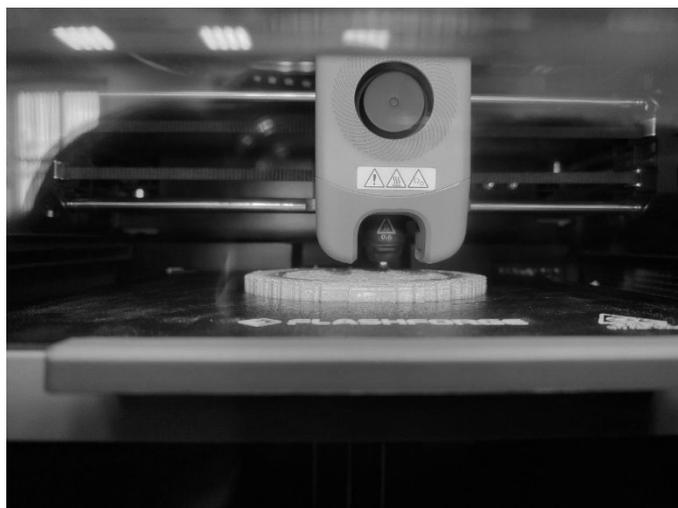


Рис. 1 Деталь, изготовленная из TPU-95A пластика

Ещё одним существенным преимуществом трёхмерной (3D) печати по сравнению с традиционными методами изготовления, такими как токарная обработка и фрезерование, является способность создавать компоненты, которые невозможно изготовить с использованием классических технологий из-за их геометрической сложности и ограничений субтрактивных методов производства.

Кроме того, следует отметить экологический аспект данной технологии. Значительная часть материалов, используемых в печати методом послойного наложения (FDM), таких как акрилонитрил-бутадиен-стирол (ABS), полилактид (PLA), нейлон, полиэтилентерефталат (PET), ударопрочный полистирол (HIPS) и поливиниловый спирт (PVA), производится из промышленных отходов. Это означает, что сырьевые материалы для производства этих пластиков не остаются в окружающей среде в качестве загрязнителей, а многократно реинтегрируются в производственный цикл, способствуя устойчивому и более рациональному использованию ресурсов.

Реальные примеры использования FDM-печати при ремонте на текстильном или швейном предприятии:

1. Замена сломанных пластиковых деталей оборудования:

На текстильном предприятии часто выходят из строя пластиковые подшипники или втулки в механизмах подачи нитей. С помощью FDM-принтера инженеры быстро напечатали замену из износостойкого пластика, такого как нейлон или PETG, что позволило оперативно восстановить работу станка без ожидания поставки деталей от производителя.

2. Изготовление специальных направляющих и держателей:

Швейное производство потребовало создание нестандартных держателей для тканей особой толщины. Инженеры разработали 3D-модель и напечатали необходимые детали на FDM-принтере, адаптируя оборудование под новые виды продукции.

3. Создание индивидуальных инструментов и оснасток для операторов:

Для ускорения работы швей было решено разработать специальный инструмент для быстрой заправки нитей. Инструмент был спроектирован и напечатан на месте, что значительно сократило время операции и повысило производительность.

4. Ремонт корпусов и защитных кожухов:

В результате длительной эксплуатации повредился корпус панели управления швейной машины. Используя FDM-печать, была изготовлена новая панель из ABS-пластика, что восстановило функциональность машины и сэкономило средства на покупке оригинальной запчасти.

5. Оптимизация рабочего пространства:

В швейном цехе возникла необходимость в организации хранения мелких инструментов и принадлежностей. Были разработаны и напечатаны на 3D-принтере

специальные ящики, держатели и органайзеры, которые идеально подошли под рабочие места и улучшили эргономику.

#### 6. Изготовление приспособлений для контроля качества:

Для обеспечения стандартизированного контроля качества готовых изделий были напечатаны калибры и шаблоны, позволяющие быстро проверять соответствие продукции заданным параметрам.

#### 7. Быстрое прототипирование деталей для модернизации оборудования:

При модернизации ткацкого станка инженеры разработали новый узел подачи нити. Перед изготовлением металлического варианта детали, её прототип напечатали на FDM-принтере и установили на станок для тестирования. Это позволило выявить и исправить недочёты на ранней стадии, сэкономив время и ресурсы.

Использование FDM-печати в текстильной и швейной промышленности существенно расширяет возможности предприятий в области ремонта, модернизации и оптимизации производственных процессов. Эти технологии позволяют:

- Сократить время простоя оборудования благодаря быстрому изготовлению необходимых деталей на месте.

- Снизить затраты на закупку запасных частей и инструментов.

- Адаптироваться к новым производственным задачам, создавая индивидуальные решения под конкретные потребности.

- Повысить безопасность и эффективность работы персонала за счёт улучшения организации рабочего пространства и обеспечения средствами защиты.

- Внедрять инновации и оставаться конкурентоспособными на рынке.

Интеграция FDM-печати в процессы лёгкой промышленности открывает новые перспективы для развития и способствует повышению гибкости и эффективности производства.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Гусева М. А., Гетманцева В.В., Андреева Е. Г., Разин И. Б., Петрова И. А., Гусев И. Д. Технологии 3D-печати в производстве персонифицированных шейных изделий // Территория новых возможностей. Вестник Владивостокского государственного университета экономики и сервиса. – 2020. – Т. 12, № 3. – С. 132–142.
2. А. Н. Кубанова, А. Н. Сергеев, Н. М. Добролюбский, А. Е. Гвоздев, П. Н. Медведев, Д. В. Малый Особенности материалов и технологий аддитивного производства изделий // Чебышевский сборник. 2019. Т. 20, вып. 3, с. 453–477.
3. Никитина Л. Л., Гаврилова О. Е. Перспективы использования современных технологий 3D-печати в производстве изделий легкой промышленности из полимерных материалов // Вестник технологического университета. – 2015– Т. 18, № 7. – С. 224–226.
4. ГОСТ Р 57558-2017. Аддитивные технологические процессы. Базовые принципы. – М.: Стандартинформ, 2015. – 16 с.

## СИСТЕМНО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ ПОДХОД К РАЗРАБОТКЕ ГЛОССАРИЯ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

### SYSTEM ANALYTICAL APPROACH TO THE DEVELOPMENT OF A GLOSSARY OF TEXTILE MATERIALS

Ю.М. Трещалин<sup>1</sup>, К.Э. Разумеев<sup>2</sup>, М.Ю. Трещалин<sup>1</sup>  
Yu.M. Treshchalin<sup>1</sup>, K.E. Razumeev<sup>2</sup>, M.Yu. Treshchalin<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова

<sup>2</sup>Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина  
(Технологии. Дизайн. Искусство), Москва

<sup>1</sup>Lomonosov Moscow State University

<sup>2</sup>The Kosygin State University of Russia, Moscow

e-mail: antropog@yandex.ru, ker2210@yandex.ru, mtreschalin@mail.ru

Учитывая разнородность текстильной продукции, для однозначного понимания терминологии целесообразно использовать основные принципы механики, термомеханики и аэромеханики сплошных сред с позиции системного анализа. При этом сплошная среда есть некоторая субстанция (в том числе и волокнистая), непрерывно заполняющая часть пространства, физико-математическое описание состояния которой связано с заданием величин в каждой точке рассматриваемого пространства.

Здесь следует обратить внимание на ситуацию, связанную с трактовкой терминов и определений, применяемых в соответствующих ГОСТах. Ученые и специалисты предприятий отмечают противоречия и снижение уровня проработки документации, что во многом связано со стремлением гармонизировать отечественную нормативную документацию и международные стандарты качества ISO.

Основываясь на разработанном системно-аналитическом подходе, дается ряд научно-обоснованных определений некоторых волокнистых материалов с точки зрения гипотезы сплошности.

Ключевые слова: текстильные материалы, волокно, структура, терминология, понятия и определения, сплошная среда, системно-аналитический подход, нетканые полотна, параметры, пористость, проницаемость.

Considering the heterogeneity of textile products, for an unambiguous understanding of the terminology, it is advisable to use the basic principles of mechanics, thermomechanics and aeromechanics of continuous media from the position of system analysis. In this case, a continuous medium is a certain substance (including fibrous) that continuously fills a part of space, the physical and mathematical description of the state of which is associated with specifying values at each point of the space under consideration.

Here you should pay attention to the situation related to the interpretation of terms and definitions used in the relevant GOSTs. Scientists and enterprise specialists note contradictions and a decrease in the level of documentation development, which is largely due to the desire to harmonize domestic regulatory documentation and international ISO quality standards.

Based on the developed system-analytical approach, a number of scientifically based definitions of some fibrous materials are given from the point of view of the continuity hypothesis.

Keywords: textile materials, fiber, structure, terminology, concepts and definitions, continuum, system-analytical approach, non-woven fabrics, parameters, porosity, permeability.

Разработка единой отраслевой документации, включая Государственные стандарты, должна основываться на принятии научно-образовательным и бизнес-сообществом принципиально важных понятий и определений, которые являются фундаментом однозначного взаимопонимания российских специалистов. Именно поэтому темы: «Научный глоссарий нетканых материалов», а также «Нетканые материалы: нормативная и регуляторная база (международные и национальные стандарты)» научного направления «Интенсификация инноваций», изложенные в Резолюции V Международного научно-практического симпозиума «Технический текстиль России: научно-производственные достижения и возможности» (12 марта 2024 года, Москва, ЦВК «Экспоцентр») сегодня стали наиболее актуальными.

Объективно, любое текстильное изделие можно воспринимать как волокнистую систему, представляющую собой совокупность элементов, объединенных общей функциональной средой и целью функционирования, к которой применимы законы классической физики. При этом элемент – условно не делимая часть структуры системы. Посредством элементов реализуются энерго-, массообменные процессы, определяются способы взаимодействия с внешней средой и обеспечивается работоспособность системы в целом.

С позиции системно-аналитического подхода минимальной структурной единицей текстильного материала является волокно (Рис. 1), которое может иметь конечную длину (природные или штапельные волокна) или представлять собой условно бесконечную монопить (Рис. 2), изготовленную из искусственно созданных, в основном, химических веществ.



Рис. 1. Льняное волокно



Рис. 2. Монопить

Совокупность взаимодействующих структурных элементов образует компонент системы – множество относительно однородных элементов, объединенных общими функциями при обеспечении выполнения целевого назначения системы. Применительно к текстилю это полуфабрикат (лента, ровница), на основе которого вырабатывается пряжа и, далее, нить. Следует отметить, что полуфабрикаты получают в большинстве своем из натуральных волокон, шероховатая поверхность которых позволяет производить целостный продукт, имеющий прочность (пусть незначительную) без дополнительного применения технических средств или связующего (клея).

Все последующие стадии производства (пряжа, нить, ткань, трикотаж, плетеные и нетканые материалы) так или иначе, связаны с применением специального оборудования, предназначенного для проведения необходимых операций.

Выбор различных машин и станков определяется не только видом текстильных изделий, но способом их изготовления. В частности, продукцию, не использующую в производстве тканых, трикотажных и плетельных технологий, принято называть неткаными материалами. При этом их изготовление различается по способу скрепления структурных элементов, которое обеспечивается механическим (иглопробивание), термическим (с последующей дополнительной высокотемпературной обработкой одной или обеих поверхностей полотна, каландрированием), химическим (латексным) способами, а также за счет воздействия водяных и воздушных струй. В общем случае способы создания волокнистого холста определяются исходным сырьем, технологическими особенностями и условиями перспективной эксплуатации материала. В настоящее время применяются следующие типы холстоформования: сухое, влажное, аэродинамическое и формование из расплава гранулята полимеров, в основном, полиэфира и полипропилена. Наиболее популярно сухое холстоформование, позволяющее использовать термоскрепление, иглопробивание, спутывание и химическое соединение волокон, имеющих различное расположение (параллельное, перекрестное или хаотическое).

Однако, не смотря на различие способов изготовления, применяемое оборудование и технологические режимы, все изделия имеют общее наименование – нетканый материал.

Название конкретных изделий «внутри» понятия «нетканый материал», обусловлено обиходной, понятной каждому человеку, терминологией:

- «полотно» (Рис. 3) - материал, имеющий низкую или среднюю поверхностную плотность ( $50-750 \text{ г/м}^2$ ) и ширину, зависящую от габаритов технологического оборудования. Для последующего транспортирования и раскроя полотно скатывается в рулон;



Рис. 3. Нетканое полотно Холлофайбер ВОЛЮМЕТРИК

- «плита» (Рис. 4) - материал, имеющий высокую поверхностную плотность ( $800 - 3000 \text{ г/м}^2$ ) и относительно небольшие геометрические размеры для удобства целевого использования;



Рис. 4. Нетканый материал («плита») Холлофайбер ХАРД

- «волокнистые шарики» (Рис. 5) - изделия малой поверхностной плотности, представляющие собой технологически скрученное волокно без использования клеевых соединений. предназначенные для набивки подушек, одеял, мягкой мебели, детских игрушек и т.п.



Рис. 5. Волокнистые «шарики» Холлофайбер ПАФС

В зависимости от взаимного расположения структурных элементов (волокон или мононитей) волокнистые материалы обладают выраженными изотропными или анизотропными свойствами, что принципиально важно при проектировании и использовании тех или иных видов материалов в качестве тепло-звукоизоляции, дренажной прослойки, изготовлении композитов и т.д.

Учитывая условия эксплуатации, производится выбор параметров, наиболее информативно характеризующих материал по отношению к физическим процессам. Причем, количество определяющих параметров должно обеспечивать вычисление определяемых величин. Ниже, в таблице 1, указаны параметры, которые необходимо и достаточно знать для оценки и прогнозирования состояния материала при использовании его по целевому назначению.

Таблица 1

Наименование минимально необходимых параметров волокнистого материала для оценки его состояния в зависимости от целевого назначения

Целевое назначение, физические процессы	Наименование параметров
Теплоизоляция	Пористость (объемная плотность) и толщина материала, эффективный коэффициент теплопроводности материала и структурных элементов
Звукоизоляция	пористость (объемная плотность), толщина и проницаемость материала, характерный размер (диаметр или длина) структурных элементов

Дренаж и самопроизвольное впитывание вязкой жидкости	Пористость (объемная плотность) и проницаемость материала, характерный размер (диаметр или длина) и гигроскопичность структурных элементов
Механические и термомеханические воздействия (растяжение, сжатие, расширение, изгиб, кручение)	Пористость (объемная плотность), условный модуль упругости и толщина материала, эффективный коэффициент теплопроводности материала и структурных элементов, характерный размер (диаметр или длина), модуль упругости, температурный коэффициент линейного расширения и коэффициент Пуассона структурных элементов

Каждый из параметров должен иметь четкое и однозначное определение, а также размерность, соответствующую Международной системе единиц СИ. Однако, в настоящее время некоторые нормативные документы содержат расплывчатую и неоднозначную трактовку показателей нетканых материалов. Так, например, воздухопроницаемость, в соответствии с ГОСТ Р 56918—2016 (ИСО 9073-15:2007) «Материалы текстильные. Методы испытаний нетканых материалов (часть 3. Термины и определения)», представляет собой скорость воздушного потока, проходящего через участок испытуемого образца определенной площади в направлении, перпендикулярном к его поверхности, в условиях заданного перепада давления воздуха и в установленный период времени. В примечании указывается, что воздухопроницаемость выражается в  $\text{дм}^3/(\text{см}^2 \cdot \text{с})$  или в других эквивалентных единицах измерений [1].

Как следует из приведенной выдержки, скорость воздушного потока и воздухопроницаемость, по сути, одно и то же. Причем, если воспользоваться Международной системой единиц СИ, то размерность воздухопроницаемости будет м/с. Таким образом, понятия «проницаемость» сплошных сред и «воздухопроницаемость», в частности, текстильных материалов по указанному ГОСТ, являются взаимосвязанными, но различными по физическому смыслу.

Аналогичная ситуация складывается с трактовкой термина «водопроницаемость». В ГОСТ Р 52608—2006 Материалы геотекстильные. Методы определения водопроницаемости (3. Термины и определения. 4.7.4 Обработка результатов) даются следующие определения [2]:

- 3.4 водопроницаемость: Способность к пропуску воды в различных направлениях, выражаемая количественно значением коэффициента фильтрации.

- 3.5 коэффициент фильтрации: Скорость фильтрации воды в определенных направлениях (перпендикулярном к плоскости или в плоскости полотна) при градиенте напора, равном единице, и линейном законе фильтрации, выраженная в см/с (м/сут).

- 4.7.4.1 Коэффициент фильтрации (нормальный) в направлении, перпендикулярном к плоскости полотна, м/сут, приведенный к условиям фильтрации при температуре 20 °С, вычисляются по формуле:

$$K_n = \frac{8640 \cdot V \cdot R_T}{F \cdot t} \cdot \frac{\delta}{H}$$

где:  $K_n$  - коэффициент фильтрации, м/сут;

- 8640 - переводной коэффициент из см/с в м/сут;

-  $V$  - объем профильтрованной воды (емкость мерного цилиндра),  $\text{см}^3$ ;

-  $R_T$  - поправочный коэффициент (температурный);

-  $F$  - площадь поперечного сечения фильтрационной трубки,  $\text{см}^2$ ;

-  $t$  - средняя продолжительность фильтрации воды (время заполнения мерного цилиндра), с;

-  $\delta$  - толщина пробы геотекстильного материала, см;

-  $H$  - высота столба воды (напор), мм.

В предложенной формуле (ГОСТ Р 52608—2006) коэффициент фильтрации, также, как и воздухопроницаемость (ГОСТ Р 56918—2016 (ИСО 9073-15:2007)), имеет размерность скорости (причем, внесистемную), что не согласуется с законом А. Дарси, в соответствии с которым аналогичный коэффициент имеет размерность  $[м^2]$ . Также, приведенные в рассматриваемых Государственных стандартах расчетные зависимости не содержат показателя вязкости среды, протекающей в поровом пространстве.

Кроме того, определение водопроницаемости: «Способность к пропуску воды...» понимается не однозначно и может трактоваться как характеристика сопротивления движению потока со стороны волокнистого материала. Но тогда коэффициент фильтрации приобретает смысл проницаемости, но никак не скорости.

По формальному признаку термины «воздухопроницаемость» и «водопроницаемость» касаются только атмосферного воздуха и воды (вероятно, пресной), однако не применимы к иным газам и любым капельным жидкостям, хотя нет принципиальной разницы в методиках их определения и отличие заключается лишь в значении динамического коэффициента вязкости  $\mu$  [Па·с].

Не достаточно корректным представляется определение предела прочности на растяжение, изложенное в ГОСТ Р 53226-2008 «Полотна нетканые. Методы определения прочности» (п. 2.8. Предел прочности на растяжение, кН: максимальная прочность на единицу ширины, отмечаемая во время испытания, при котором образец разрывается. П. 3.1 разрывная нагрузка: Максимальная сила, измеренная при испытании элементарной пробы на растяжение до разрыва) [3].

Дело в том, что при стандартных испытаниях существует некоторый диапазон нагрузок, когда материал еще не разорвался на части, но уже полностью потерял свои прочностные свойства, т.е. нельзя считать, что нарушение сплошности происходит только в одном конкретном сечении. Повреждения, вызванные приложением растягивающего усилия, распространяются по всему участку сужения и утоньшения образца. Таким образом, формальный момент разрыва происходит при более высокой нагрузке, по отношению к той, при которой материал уже не обладает необходимыми физико-механическими свойствами, соответствующими условиям эксплуатации. В такой ситуации под термином «предел прочности на растяжение» целесообразнее понимать предел эксплуатационных возможностей материала, когда применение его для выполнения необходимых функций становится, по меньшей мере, не эффективным.

Как следует из приведенного описания процесса растяжения, экспериментальным путем достаточно сложно определить усилие, соответствующее потере необходимой прочности волокнистой системы до момента ее фактического разрушения. Это позволяет усомниться в справедливости применения термина «разрывная нагрузка» к нетканым полотнам с неориентированным расположением структурных элементов.

В контексте точности терминологии нельзя не упомянуть проект ГОСТа «Материалы нетканые объёмные микроволоконные. Общие технические условия. Методы испытаний». Здесь предлагается следующее определение: 3.1 микроволокно: Волокно, линейная плотность которого не превышает 0,11 текс. Текс – масса единицы длины волокна. Тогда в принципе не понятно: к чему относится приставка микро? В мировой практике термин «микроволокно» имеет различные толкования и введение единственного параметра (не более 0,11 текс) может ввести в заблуждение производителей, поставщиков и потребителей.

Реакция волокнистых материалов, как и любых материальных тел, на внешние воздействия (механическое нагружение, теплообмен и движение в поровом пространстве вязких жидкостей) описывается классическими законами механики, термомеханики и аэрогидродинамики сплошных сред. Следовательно, текстильные изделия в общем случае целесообразно считать сплошной средой, имеющей волокнистую структуру и капиллярно-пористое или пористое строение. При этом сплошная среда (материальный континуум) есть некоторая (в том числе и волокнистая) субстанция, непрерывно заполняющая часть

пространства, физико-математическое описание состояния которой связано с заданием величин в каждой точке рассматриваемого объема [4].

Основываясь на системно-аналитическом подходе, ниже дается ряд научно-обоснованных определений некоторых волокнистых материалов с точки зрения гипотезы сплошности [5].

#### 1. Понятия и определения, относящиеся к структуре и способу изготовления

Структурный элемент (волокно, монопить) — условно неделимая, самостоятельно функционирующая часть сплошной среды (волокнистого материала).

Лента — капиллярно-пористая сплошная среда, структурные элементы (волокна) которой ориентированы преимущественно параллельно по отношению друг к другу. Целостность ленты обеспечивается взаимным сцеплением (трением) структурных элементов.

Ровница — капиллярно-пористая сплошная среда, получаемая из ленты, структурные элементы (волокна) которой ориентированы параллельно или эквидистантно по отношению друг к другу, благодаря чему ровница обладает явно выраженными анизотропными свойствами. Целостность и равномерность прочностных свойств по всему объему ровницы достигается за счет вытягивания и незначительного скручивания.

Нить (пряжа) — капиллярно-пористая сплошная среда, получаемая путем скручивания ровницы, обладающая явно выраженными анизотропными свойствами.

Волокнистый (текстильный) материал — сплошная среда, имеющая пористую структуру, строение которой определяется взаимодействием структурных элементов и способом изготовления (ткань, трикотаж, нетканый материал, плетеное изделие).

Элементарный объем волокнистого материала — часть сплошной среды, ничтожно малая относительно размеров материала, но достаточно значительная по сравнению с характерным (поперечным) размером единичного волокна (монопить) и содержащая настолько большое число волокон (монопитей), что можно применять статистическое осреднение.

Структура волокнистого материала — совокупность связей между структурными элементами (волокно, монопить), посредством которых осуществляется энерго- и массообмен, обеспечивающий функционирование материала в условиях взаимодействия с внешней средой.

Тканый материал (ткань) — капиллярно-пористая сплошная среда, структура которой состоит из повторяющихся идентичных элементов, образованных переплетением под заданным углом систем нитей, однородно распределенных по всему объему (например, типичный элемент ткани с гладким переплетением состоит только из одной основной и одной уточной нитей, контактирующих в точке пересечения).

Трикотажное изделие (трикотаж) — капиллярно-пористая сплошная среда, структура которой состоит из ряда соединенных повторяющихся петлеобразных идентичных элементов, однородно распределенных по всему объему.

Плетеное изделие — капиллярно-пористая сплошная среда, обладающая явно выраженными анизотропными свойствами, структура которой определяется заданным углом расположения структурных элементов (нитей) и характером их переплетения

Нетканый материал — сплошная среда, имеющая волокнистое строение и пористую структуру.

Нетканое полотно — пористая сплошная среда, структурными элементами которой являются скрепленные между собой механическим, физико-химическим, термическим или комбинированным способами волокна или монопить.

#### 2. Определения основных показателей (характеристик)

Условный модуль упругости — параметр волокнистого материала, представляющий собой отношение разрывной нагрузки и первоначальной площади поперечного сечения образца. При этом разрывная нагрузка определяется в соответствии с требованиями стандартов, например: ГОСТ 15902.3-79 «Полотна текстильные нетканые. Методы определения прочности», ГОСТ 3813-72 (ИСО 5081-77, ИСО 5082-82) «Материалы

текстильные. Ткани и штучные изделия. Методы определения разрывных характеристик при растяжении», ГОСТ 6611.2-73 (ИСО 2062-72, ИСО 6939-8) «Нити текстильные. Методы определения разрывной нагрузки и удлинения при разрыве».

Пористость — совокупность промежутков между структурными элементами сплошной среды, заполненных веществом, в котором находится исследуемый материал, и определяемая соотношением объемных плотностей материала и составляющих его волокон (нитей).

Единичная пора представляет собой микрообъем среды, либо ограниченный (замкнутая пора), либо соединяющийся несколькими аналогичными, близко расположенными микрообъемами.

Капилляр (от лат. *capillaris* — волосной) — полая трубка произвольного поперечного сечения с очень узким внутренним каналом.

Радиус условного капилляра — геометрическая характеристика сплошной среды, зависящая от пористости и определяющих линейных размеров структурных элементов (для нетканых материалов — диаметр волокна или монопиты). Понятие условного капилляра позволяет применить существующие формулы, справедливые для капиллярных и капиллярно-пористых тел, для приближенного расчета высоты самопроизвольного подъема жидкости в пористых средах.

Показатель (коэффициент) проницаемости — параметр сплошной среды, характеризующий ее способность пропускать газ или жидкость при перепаде давления и зависящий от пористости (капилляров для капиллярно-пористых тел) и геометрических размеров структурных элементов.

Эффективный коэффициент теплопроводности — параметр, характеризующий интенсивность прохождения тепла в сплошных средах, имеющих капиллярно-пористое или пористое строение, учитывающий молекулярный теплоперенос в структурных элементах (волокнах, монопитах), молекулярный и конвективный теплообмен между частицами вещества, находящегося в порах и долю тепловой энергии, передаваемой излучением.

### 3. Понятия и определения, связанные с целевым назначением:

Волокнистый теплоизолятор — высокопористый, как правило, нетканый материал, способствующий снижению интенсивности теплообмена с окружающей средой, предназначенный для теплоизоляции одежды, промышленных, строительных и жилищно-бытовых объектов.

Геотекстильный материал — волокнистый, как правило, нетканый материал, изготовленный из химических волокон (монопиты), используемый при контакте с грунтом для создания дополнительных слоев (прослоек) целевого назначения (армирующих, защитных, фильтрующих, дренирующих, гидроизолирующих, теплоизолирующих) в промышленности, строительстве, сельском и жилищно-бытовом хозяйстве.

Изложенные предложения являются только начальным этапом работы по созданию глоссария. Принимая во внимание специфические особенности материалов и процессов, следует объединить усилия производителей и ученых в этом направлении для проведения дальнейших исследований.

## ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ Р 56918—2016 (ИСО 9073-15:2007) «Материалы текстильные. Методы испытаний нетканых материалов (часть 3. Термины и определения)»
2. ГОСТ Р 52608—2006 Материалы геотекстильные. Методы определения водопроницаемости. Термины и определения.
3. ГОСТ Р 53226-2008 «Полотна нетканые. Методы определения прочности»
4. Трещалин Ю.М. Анализ структуры и свойств нетканых материалов. М.: Издательство «БОС», 2016. - 192 с.
5. Трещалин Ю.М. Системно-аналитический подход к исследованию волокнистых материалов. — М.: Изд-во «БОС», 2018. — 76 с.

**МЕТОДИКА ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ВЫБОР НЕТКАНЫХ ПОЛОТЕН ДЛЯ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИИ ПОДЗЕМНЫХ НЕФТЕ - ГАЗОПРОВОДОВ С УЧЕТОМ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ**

**DESIGN METHOD AND SELECTION OF NONWOVEN FABRICS FOR THERMAL INSULATION OF UNDERGROUND OIL AND GAS PIPELINES TAKEN INTO ACCOUNT OF OPERATING CONDITIONS**

А.В. Трещалина<sup>1</sup>, Ю.М. Трещалин<sup>2</sup>  
A.V. Treshchalina<sup>1</sup>, Yu.M. Treshchalin<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Университет мировых цивилизаций им. В.В. Жириновского, Москва

<sup>2</sup>Московский государственный университет имени М.В Ломоносова

<sup>1</sup>The University of World Civilizations named after V.V. Zhirinovsky, Moscow

<sup>2</sup>Lomonosov Moscow State University

E-mail: anna468@yandex.ru, antropog@yandex.ru

**В статье рассматриваются вопросы проектирования теплоизоляции нефте-газопроводов, прокладываемых в районах Западной Сибири и Крайнего Севера. В качестве теплоизолятора предлагается использовать нетканые текстильные полотна. В результате проведенных исследований дается методика расчета нетканых теплоизоляционных материалов с учетом волокнистого состава и ореола оттаивания вечно мерзлого грунта.**

**Ключевые слова: нефте-газопровод, теплоизоляция, нетканый материал, толщина, температура, коэффициент теплопроводности, плотность, волокнистый состав, ореол оттаивания.**

**The article discusses the design of thermal insulation of oil and gas pipelines laid in the regions of Western Siberia and the Far North. It is proposed to use non-woven textile fabrics as a heat insulator. As a result of the research, a methodology for calculating non-woven thermal insulation materials is given, taking into account the fibrous composition and the thawing aura of permafrost soil.**

**Keywords: oil and gas pipeline, thermal insulation, non-woven material, thickness, temperature, thermal conductivity coefficient, density, fibrous composition, thawing halo.**

Одним из основных условий, обеспечивающих надежную работу трубопровода, является учет его теплового взаимодействия с окружающей средой. Особенно актуален этот вопрос при прокладке нефте-газопроводов в районах Крайнего Севера и Западной Сибири т.к. тепло, выделяемое трубопроводом приводит к оттаиванию и нарушению температурно – влажностного режима вечномерзлых грунтов. Особенно следует отметить проблему ухудшения экологии в районах Западной Сибири и Крайнего Севера в связи с прокладкой не теплоизолированных нефте-газопроводов. Образующиеся в результате болота заставляют животных (олений, лосей) уходить из привычных для них мест обитания, что обусловлено невозможностью полноценного кормления [1, 2].

Критерием качества функционирования теплоизоляции подземных нефте - газопроводов, проложенных в районах вечной мерзлоты, является минимизация зоны оттаивания грунта в местах прокладки трубопровода, что достигается посредством применение эффективных теплоизоляционных материалов, в качестве которых целесообразно использовать нетканые текстильные полотна вследствие их наиболее простой и экономичной технологии изготовления [3]. В числе основных позиций научного направления «Интенсификация инноваций», изложенных в Резолюции V Международного научно-практического симпозиума «Технический текстиль России: научно-производственные достижения и возможности» (12 марта 2024 года, Москва, ЦВК «Экспоцентр»), особо выделена тема «Экономия энергии путем внедрения теплозащитных нетканых технологий», как наиболее актуальная в настоящее время [4].

Выбор рациональной толщины теплоизоляции (как с теплофизической, так и с экономической точек зрения) проводился при следующих условиях и допущениях:

- температура теплоносителя  $t_r = 20$  °С, что соответствует температуре газа «теплого» участка газопровода;
- радиус трубопровода  $r_1 = 0,710$  м.;  $0,2645$  м.;
- эффективный коэффициент теплопроводности теплоизоляции  $\lambda_{эф} = (0,030 \div 0,035)$  Вт/(м·К);
- определение температуры поверхности теплоизоляции  $t_i$  в месте ее контакта с грунтом производится из условия непрерывности входящих и выходящих потоков на границе двух сред;
- глубина расположения трубопровода  $h = 1,0$  м.;  $3,5$  м.;
- критерием расчета толщины теплоизоляции является минимальный радиус ореола оттаивания  $r_0$  вокруг трубопровода, т.е.  $S = 0$  и  $r_i = r_0$ .

Проектирование нетканых материалов с учетом условий эксплуатации, предназначенных для теплоизоляции газопроводов, прокладываемых в вечномерзлых грунтах Западной Сибири, рекомендуется производить по следующей методике.

1. Определяются температура и коэффициент теплопроводности окружающей среды (грунта), в которой будет располагаться газопровод, т.е. необходимо знать среднегодовую температуру на подошве слоя годовых колебаний температуры грунтов  $t_r$  и коэффициенты теплопроводности грунта в мерзлом и талом состоянии [5].

2. Расчет эффективного коэффициента теплопроводности нетканого теплоизоляционного материала производится из условия, что в порах материала находится воздух, температура которого принимается равной  $0$  °С. При этом эффективный коэффициент теплопроводности нетканого материала находится в пределах  $0,030 < \lambda_{эф} < 0,035$ , и соотношение плотностей материала и волокон:  $0,027 < (\rho_v / \gamma) < 0,030$  [6, 7].

3. Выбирается вид волокон (таблица 1) из которых планируется изготовить нетканый материал, и вычисляется необходимая плотность материала  $\rho_v$  в соответствии с ранее определенным интервалом отношения  $(\rho_v / \gamma)$ .

Таблица 1

Параметры волокнистого состава

Вид химических волокон	Плотность $\gamma$ , кг/м <sup>3</sup>	Коэффициент теплопроводности $\lambda$ , Вт/(м·К)
<b>Полиэфирные</b>	1380	0,147-0,151
Полиамидные	1147	0,159 – 0,167
Полиакрилонитрильные	1170	0,146 – 0,154
Стекланные	2200	0,122 – 0,142

4. Производится расчет толщины теплоизоляционного слоя  $\delta$  и температуры на поверхности  $t_i$  материала исходя из условия равенства внешнего радиуса теплоизоляции  $r_i$  радиусу ореола оттаивания  $r_0$  (Рисунок 1). Соответствующие расчетные формулы приведены ниже.

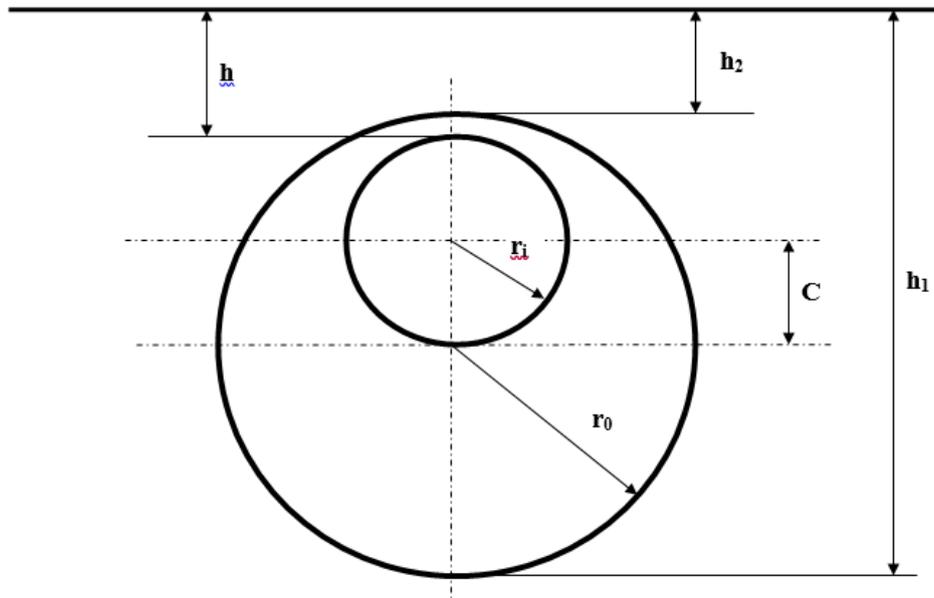


Рис. 1. Схема ореола оттаивания грунта

а). Температура поверхности теплоизоляции  $t_i = f(r_i)$  в месте ее контакта с грунтом:

$$t_i = \frac{\frac{t_r + \frac{\lambda_r \cdot \ln \frac{r_i}{r_1} \cdot t_r}{\lambda_i}}{\ln \frac{2 \cdot (h+r_i)}{r_i}}}{\frac{\lambda_r \cdot \ln \frac{r_i}{r_1}}{\lambda_i} + 1}$$

где:  $t_r, t_r$  - температура теплоносителя и грунта соответственно;

$\lambda_i, \lambda_r$  - коэффициенты теплопроводности теплоизоляционного слоя и грунта соответственно;

$r_i, r_1$  - внешние радиусы теплоизоляции и трубопровода соответственно;

$h$  - глубина заложения трубопровода (от поверхности грунта до поверхности трубы);

б). Глубина оттаивания грунта под центром трубы  $h_1$  и мощность мерзлого грунта над центром трубы  $h_2$ :

$$h_1 = \frac{r_i \cdot \left[ \left( \frac{h+r_i}{r_i} \right)^2 - 1 \right]^{0,5} \cdot (e^d + 1)}{e^d - 1}$$

$$h_2 = \frac{r_i \cdot \left[ \left( \frac{h+r_i}{r_i} \right)^2 - 1 \right]^{0,5} \cdot (e^d - 1)}{e^d + 1}$$

где:  $d = \frac{2 \cdot \pi \cdot \lambda_{гТ} \cdot b_t \cdot R_t}{1+b}$  - безразмерный параметр;

$b_t = \frac{-\lambda_{гМ} \cdot t_{гТ}}{z \cdot \lambda_{гТ} \cdot t_r}$  - безразмерная температура;

$R_t = \frac{\ln \frac{h+r_i}{r_i} + \left[ \left( \frac{h}{r_i} \right)^2 - 1 \right]^{0,5}}{2 \cdot \pi \cdot \lambda_{гТ}}$  - термическое сопротивление;

$\lambda_{гМ}, \lambda_{гТ}$  - коэффициент теплопроводности грунта в мерзлом и талом состоянии соответственно;

$z$  - коэффициент, учитывающий работу трубопровода неполным сечением (для напорных газопроводов принимается равным единице).

в). Рассчитывается радиус ореола оттаивания вокруг трубы  $r_0$  и смещение вниз центра ореола оттаивания по отношению к центру трубопровода  $C$ :

$$r_0 = 0,5 \cdot (h_1 - h_2); \quad C = 0,5 \cdot (h_1 + h_2) - (h + r_i)$$

5. По известным  $\rho_v$ ,  $\gamma$  и  $\delta = (r_i - r_1)$  вычисляется величина поверхностной плотности нетканого материала  $P_{\Pi} = \frac{\rho_v \gamma}{\delta}$ .

Определением поверхностной плотности материала расчет заканчивается. По полученным значениям объемной и поверхностной плотностей, а также волокнистому составу составляется техническое задание на изготовление нетканого теплоизолятора.

Используя предложенную методику, было установлено, что для теплоизоляции нефтегазопроводов целесообразно использовать нетканый материал из полиэфирных волокон, имеющий поверхностную плотность  $500 \pm 15$  г/м<sup>2</sup>, толщину 12 мм и объемную плотность - 46 кг/м<sup>3</sup> [8]. Из производимых в Российской Федерации наиболее приемлемым вариантом являются формоустойчивые полотна «Холлофайбр МЕДИУМ» и «Холлофайбер ХАРД», которые прекрасно крепятся к различным поверхностям и сочетаются с другими синтетическими, искусственными и натуральными материалами. По данным испытаний в указанных полотнах такие свойства, как воздухопроницаемость, износостойкость, разрывная прочность, низкая остаточная деформация — сохраняются в течение длительного срока эксплуатации [9].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Кондратьев В.Г. Геокриологические исследования на переходах газопроводов через долины рек. - Новосибирск: Наука. Сиб. отд., 1988. -192 с.
2. Кузьмин Г.П. Об эффективности теплоизоляции обогреваемых подземных сооружений в условиях Якутии. Материалы Первой конференции геокриологов России. Книга 3. - М.: МГУ имени М.В. Ломоносова, 1996. - с. 46-52.
3. Даниэлян Ю.С. Опыт и некоторые итоги проектирования нефтяного строительства в Северных районах Тюменской области. Материалы Первой конференции геокриологов России. Книга 3. - М.: МГУ имени М.В. Ломоносова, 1996. - с. 124-132.
4. Резолюция V Международного научно-практического симпозиума «Технический текстиль России: научно-производственные достижения и возможности», 12 марта 2024 года. Электронный ресурс. Режим доступа: <https://souzlegprom.ru/images/Symposium2024.pdf>
5. Хрусталева Л.Н. Температурный режим вечномерзлых грунтов на застроенной территории. - Новосибирск: Наука, 1967. - 197 с.
6. Трещалина А.В. Моделирование теплопроводности волокнистых сред. Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоемкие технологии и материалы: сб. материалов XXVI Междунар. науч.-практ. форума «SMARTEX-2023», 4–5 октября 2023 года. – Иваново: ИВГПУ, 2023. – с. 30-34.
7. Трещалин Ю.М., Трещалин М.Ю. Физика нетканых материалов. М.: Изд-во «БОС», 2024. – 172 с.
8. Трещалин М.Ю., Трещалин Ю.М., Киселев М.В., Мухамеджанов Г.К., Трещалина А.В. Проектирование, производство и методы оценки качества нетканых материалов. Издание 3-е, перераб. и доп. М.: Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, 2017. - 288 с.
9. Трещалин М.Ю., Иванов В.В., Трещалин Ю.М., Киселев А.М. Нетканые материалы Холлофайбер®: структура, свойства, применение. — М.: Издательство «БОС», 2017. — 72 с.

## ВОЗДУШНЫЙ ФИЛЬТР ИЗ НЕТКАНЫХ МАТЕРИАЛОВ

### AIR FILTER FROM NONWOVEN MATERIALS

Ю.М. Трещалин, М.Ю. Трещалин

Yu.M. Treshchalin, M.Yu. Treshchalin

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова

Lomonosov Moscow State University

E-mail: antropog@yandex.ru, mtreschalin@mail.ru

**Предлагается конструкция воздушного фильтра из нетканых материалов, разработанная на основе спирали Фибоначчи. Дается описание качественной картины течения воздуха внутри макета фильтрационной установки. Анализ результатов эксперимента показал, что завихрения воздушного потока по всей длине прохождения через устройство, способствуют эффективному улавливанию загрязняющих частиц нетканым фильтрационным материалом.**

**Ключевые слова: нетканый материал, спираль Фибоначчи, гармония, конструкция, фильтрационная установка, пористость, воздушный поток, вихреобразования, технология.**

**An air filter design made of non-woven materials, developed on the basis of the Fibonacci spiral, is proposed. A description is given of the qualitative picture of air flow inside the model of the filtration installation. Analysis of the experimental results showed that air flow turbulence along the entire length of passage through the device contributes to the effective capture of polluting particles by non-woven filtration material.**

**Keywords: nonwoven material, Fibonacci spiral, harmony, design, filtration unit, porosity, air flow, vortex formation, technology.**

Повсеместное применение пропорции «Золотого сечения» при строительстве древних архитектурных и культовых сооружений, создании музыкальных и художественных произведений на протяжении более двух последних тысячелетий позволяет сделать вывод о целесообразности проектирования технических устройств с использованием числа  $\Phi = 1/\varphi = 1,618033989\dots$  (обозначение буквой  $\Phi$  принято в честь древнегреческого скульптора Фидия, часто использующего золотую пропорцию в своих творениях). Принято считать, что «Золотая пропорция» и числа ряда Фибоначчи отражают природную гармонию элементов сложных систем, форм, звуков [1]. Причем, под термином «гармония» в технике и технологии понимается слияние различных компонентов объекта в единое органическое целое, а также оптимальный вариант конструкции того или иного устройства, машины или аппарата целевого назначения.

Последовательность Фибоначчи  $\{F_n\}$  задается линейным рекуррентным соотношением:  $F_0 = 0$ ;  $F_1 = 1$ ;  $F_n = F_{n-1} + F_{n-2}$ , где  $n \geq 2$  (рекурсией называется функция, определяющая свое значение через обращение к самой себе).

Геометрическим воплощением этой последовательности является «Золотая спираль» (рисунок 1), представляющая собой дуги окружностей, вписанных в квадраты, размеры которых соотносятся друг с другом как числа в строке Фибоначчи ( $0 + 1 = 1$ ;  $1 + 1 = 2$ ;  $2 + 1 = 3$ ;  $3 + 2 = 5$ ;  $5 + 3 = 8$ ;  $8 + 5 = 13$ ;  $13 + 8 = 21$  и т.д.).

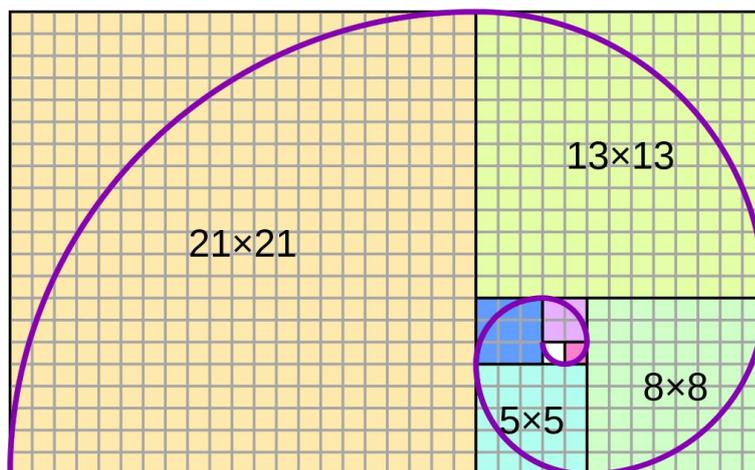


Рис. 1. «Золотая спираль»

Уравнение спирали Фибоначчи в полярной системе координат имеет вид:

$$r = a \cdot \varphi^{\pm \frac{2 \cdot \theta}{\pi}},$$

где:  $r$ ,  $\theta$  — длина радиус-вектора и угол его поворота, соответственно;

$a$  - произвольная положительная вещественная константа;

$\varphi = \frac{1}{\phi} = 0,618033989 \dots$

«Золотая спираль» стала одним из распространенных принципов, применяемых в фундаментальной и прикладной математике, а также имитационном моделировании различных естественных, социальных, экономических процессов. Методы, разработанные на базе «Золотой спирали», широко употребляются в различных областях человеческой жизни.

В частности, спираль Фибоначчи может быть положена в основу проектирования фильтров для очистки воздуха от примесей (Рисунок 2). При этом предполагается гармоничное (оптимальное) сочетание параметров, которые применительно к устройствам защиты рабочей зоны помещения и окружающей среды в целом, противоречат друг другу. К такого рода характеристикам следует отнести:

- физические (скорость движения загрязненного потока, аэродинамическое сопротивление);
- экономические (затраты на оборудование и материалы, связанные с очисткой единицы объема загрязненного воздуха, выхлопных газов и т.п.);
- экологические (соблюдение ПДК загрязняющих веществ на выходе из фильтра).

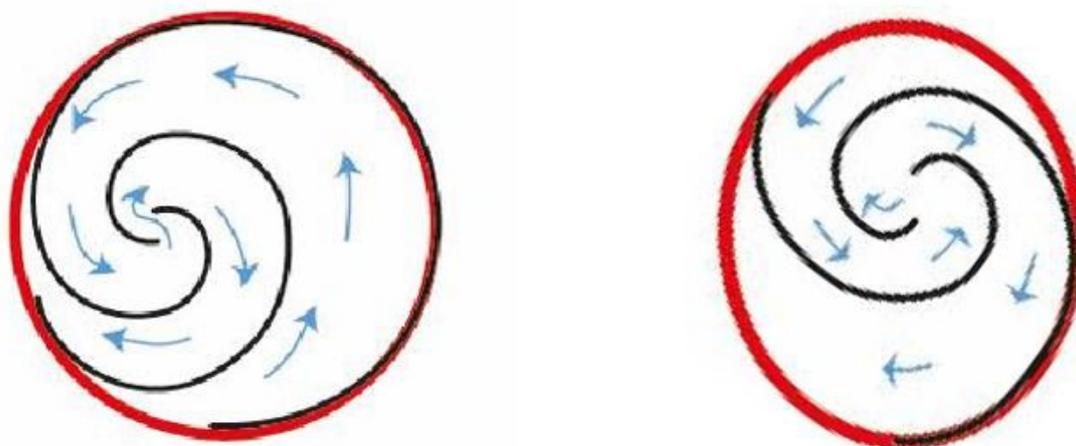


Рис. 2. Схема воздушного фильтра на основе спирали Фибоначчи

Изготовление фильтрующего устройства планируется только из нетканых материалов, реализуя тем самым одну из тем научного направления «Интенсификация инноваций», а именно: «Без ткани»: научное проектирование и внедрение универсальных и

многофункциональных безтканевых технологий», предложенного научным и бизнес сообществом на V Международном научно-практическом симпозиуме «Технический текстиль России: научно-производственные достижения и возможности» (12 марта 2024 года, Москва, ЦВК «Экспоцентр») [2].

А priori любое тело или вещество стремится принять наиболее энергетически выгодное состояние или иметь траекторию движения с наименьшим сопротивлением. В этом смысле спиралеобразная конструкция дает возможность создать внутри воздухопроводящего канала специфические вихревые явления, способствующие удалению загрязнений при прохождении воздуха через фильтр. Кроме того, применение мягкой волокнистой и пористой оболочки позволяет снизить потери энергии за счет деформации материала вследствие воздействия аэродинамической силы со стороны воздушного потока.

Преимуществом изложенного подхода является также и то, что монтаж фильтрующих устройств может осуществляться непосредственно на предприятии, вырабатывающем нетканые материалы и поставляться потребителю в виде готовых конструкций.

Оценка качественной картины течения проводилась на модели фильтра из нетканых изделий, выпускаемых компанией «Термопол» (Рисунок 3).

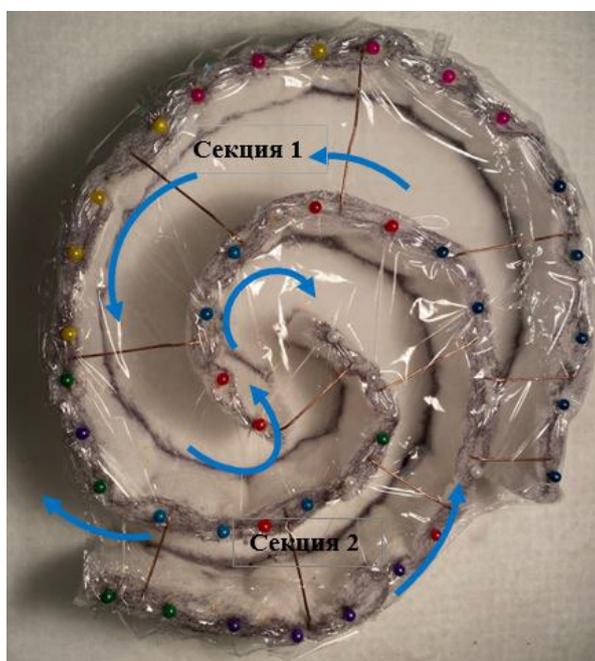


Рис. 3. Модель фильтра из нетканых материалов  
(стрелками показано направление движения воздушного потока)

Вертикальные стенки и крышка изготавливались из материалов «Холлофайбер СОФТ», 150 г/м<sup>2</sup> Р 350. При этом, внешняя поверхность нетканого материала должна быть каландрированной (оплавленной), чтобы препятствовать проникновению загрязнений в помещение, где установлен фильтр. Основание устройства также представляет собой нетканое полотно «Холлофайбер ФУТ», 400 г/м<sup>2</sup> Р1264, внутренняя поверхность которого волокнистая, а внешняя воздухонепроницаемая (Рисунок 4).



Рис. 4. Фильтрующие нетканые материалы «Холлофайбер»: а – волокнистая поверхность; б – оплавленная (каландрированная) поверхность

Для создания воздушного потока применялся центробежный вентилятор с регулируемой частотой вращения, что позволяло варьировать скорость течения. Визуализация процесса достигалась посредством дыма, частиц льняной пыли и водяного пара.

В результате проведенных наблюдений было установлено следующее.

Первоначально, на входе воздуха в фильтр, поток стремится продолжить прямолинейное движение, но этому мешает внешняя вогнутая стенка канала, к которой поджимается течение. В результате возле плавно закругляющегося фильтрующего материала происходит некоторое уплотнение газа, что приводит к повышению давления. Благодаря криволинейности, возникают центробежные силы, вследствие чего на поворотах имеет место поперечный градиент давления. У внутренней выпуклой стенки меньшего радиуса, наоборот, образуется разрежение, и дальнейшее движение газа сопровождается завихрениями между этой поверхностью и центральной частью потока [3, 4]. Следует отметить демпфирующую роль волокнистой среды, которая в отличие от твердой, например, металлической поверхности, способствует созданию устойчивого ламинарного пограничного слоя вдоль стенок канала.

Особого внимания заслуживает рассмотрение воздушного течения при переходе из первой секции во вторую.

По мере приближения к центру фильтрующей установки, радиус внешней, по отношению к входу потока, поверхности, уменьшается и воздух, срываясь с окончания спирали первой секции, сталкивается с началом стенки второй секции. При этом происходит интенсивное перемешивание воздушных слоев. В центральной зоне появляются вихри, и поток перетекает во вторую секцию фильтрующего устройства, также поджимаясь к вогнутой стенке (Рисунок 5).

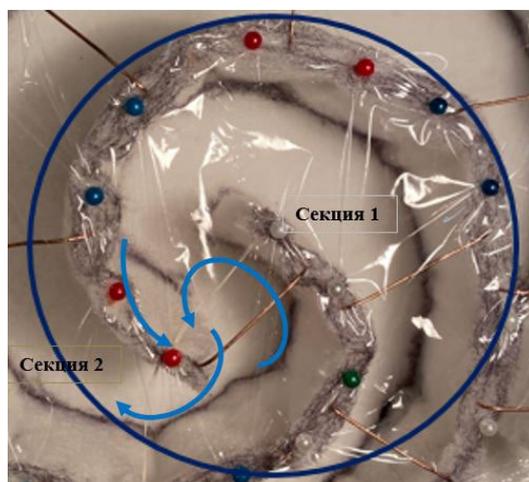


Рис. 5. Центральная зона фильтровальной установки (стрелками показано направление движения воздушного потока)

Такой эффект позволяет рассмотреть вариант подключения вытяжного вентилятора над центральной зоной посредством спиралевидного вертикального отводящего патрубка. Отсос осуществляется тангенциально с его боковой стороны (Рисунок 6). В этом случае загрязненный воздух входит одновременно в обе секции фильтра. При слиянии потоков, в центре патрубка по всей его высоте создается вихревая трубка.

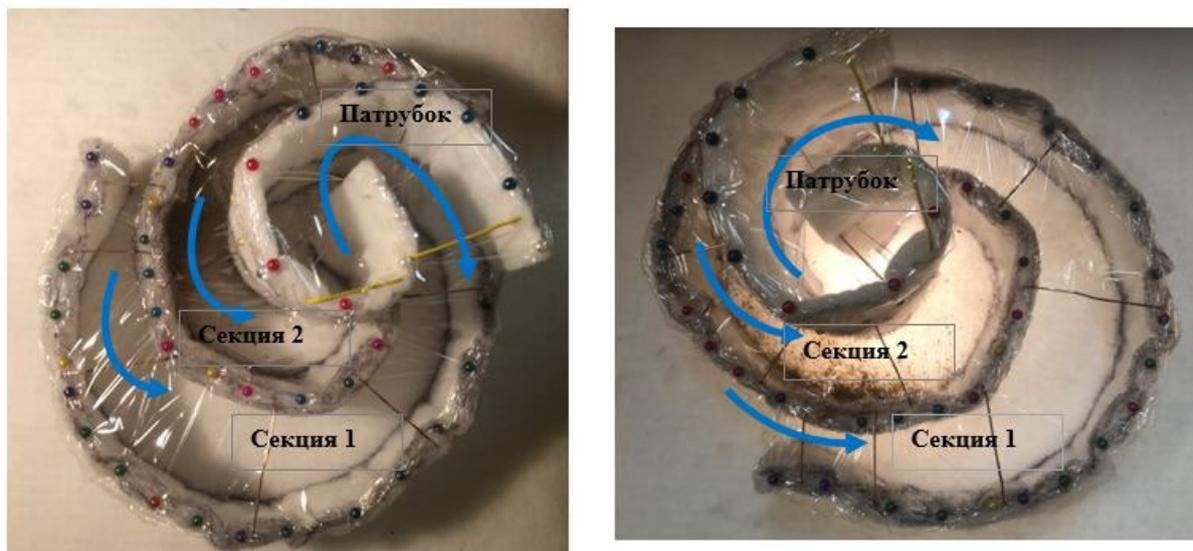


Рис. 6. Модель фильтра из нетканых материалов с верхним тангенциальным отводом воздуха (стрелками показано направление движения воздушного потока)

Наблюдения за поведением частиц загрязнений показали, что под действием центробежных сил пыль из ядра потока перемещается к волокнистым стенкам и на участке изгиба канала с высокой интенсивностью соударяется с фильтрующим материалом. Наиболее крупные составляющие оседают на первом же повороте спирали первой секции (Рисунок 7).



Рис. 7. Осевшие на фильтровальном материале частицы льняной пыли (стрелками показано направление движения воздушного потока)

Пыль, находящаяся в пристеночном пограничном слое, обладает незначительной скоростью в направлении основного потока и, частично, совершает в вихреобразованиях возвратное движение. Самые мелкие фракции захватываются течением и, пройдя через центральную зону, попадают в поры материала, в основном, на вогнутой поверхности второй секции фильтра.

Пористость материала играет важную роль т.к. загрязнения не осаждаются на внешней поверхности, а проходят внутрь нетканого полотна. Из-за этого сечение канала для прохода воздуха остается практически постоянным и следует ожидать незначительного увеличения аэродинамического сопротивления фильтрующего устройства на протяжении всего срока эксплуатации.

При использовании варианта конструкции фильтра с центральным отводом воздуха, оставшиеся мельчайшие частицы примесей под действием центробежной силы, создаваемой вихревой трубкой, смещаются в периферийный пограничный слой и оседают на волокнистых стенках вертикального патрубка.

Капельки влаги, содержащиеся в водяном паре, при соприкосновении с материалом, проходят в межволоконное пространство, под действием силы тяжести смещаются (стекают) в нижнюю часть устройства.

Анализируя результаты экспериментальных исследований, можно утверждать, что завихрения воздушного потока способствуют эффективному улавливанию загрязняющих частиц. Причем, наибольшее их количество остается на вогнутых поверхностях.

Однако, при этом, не факт, что прямоугольная форма наилучшим вариантом канала в связи с возможностью образования пространственных вихрей не только по ходу движения потока, но и в поперечном направлении. Таким образом, применяя канал, например, круглого или эллипсоидального сечения, можно существенно уменьшить аэродинамическое сопротивление. Кроме того, должным образом регулируя скорость и направление течения, весьма вероятно, что весь периметр нетканого фильтрационного материала, и, особенно, верхняя его часть, будет захватывать вредные примеси благодаря отсутствию застойных зон в местах соединения крышки, основания и стенок. Но, с точки зрения монтажа, прямоугольная конструкция установки представляется более удобной.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Трещалин М.Ю., Трещалина А.В. Энергетическая концепция жизни. Том II. Численная символика в мировоззрении человечества. Энергия пирамид. (монография). М.: Изд-во БОС, 2019. – 204 с.
2. Резолюция V Международного научно-практического симпозиума «Технический текстиль России: научно-производственные достижения и возможности», 12 марта 2024 года. Электронный ресурс. Режим доступа: <https://souzlegprom.ru/images/Symposium2024.pdf>
3. М. Е. Дейч. Движение газа в криволинейных каналах. Техническая газодинамика. Изд 2-е, переработан М.Л. Госэнергоиздат. 1961. Стр 299-313.
4. Данилов Н.А., Федченко Т.А. Движение газа при повороте потока. Электронный ресурс. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/dvizhenie-gaza-pri-povorote-potoka?ysclid=lw3rzoaa1z872902285>

## **ВЛИЯНИЕ ЦЕНОВОГО СЕГМЕНТА ИЗДЕЛИЙ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ НА ИХ ВЫБОР УНИКАЛЬНЫМИ ПОТРЕБИТЕЛЯМИ**

### **THE INFLUENCE OF THE PRICE SEGMENT OF APPAREL INDUSTRY PRODUCTS ON THEIR CHOICE BY UNIQUE CONSUMERS**

В.Ю. Туханова<sup>1</sup>, Е.Г. Андреева<sup>2</sup>  
V.Yu. Tuhanova<sup>1</sup>, E.G. Andreeva<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики» (Москва)

<sup>2</sup> Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина  
(Технологии. Дизайн. Искусство) (Москва)

<sup>1</sup> Higher School of Economics (Moscow)

<sup>2</sup> The Kosygin State University of Russia (Moscow)

E-mail: vtukhanova@hse.ru

В статье представлены результаты статистического исследования взаимосвязей между ценовыми сегментами производимых товаров легкой промышленности и производственными, маркетинговыми и персонализирующими факторами. Проведена оценка значимости исследуемых факторов с учетом ценовых категорий товаров (люксовый, массовый, экономичный), пола и возраста потребителей. Показаны особенности личностных ожиданий покупателей одежды в отношении производимого ими впечатления в обществе.

**Ключевые слова:** ценовой сегмент потребления, товары легкой промышленности, уникальные качества потребителя.

The article presents the results of a statistical study of the relationships between the price segments of manufactured industrial goods and production, marketing and personifying factors. The significance of the studied factors was assessed taking into account the price categories of goods (luxury, mass, economical), gender and age of consumers. The features of personal expectations of clothing buyers in relation to the impression they make in society are shown.

**Keywords:** price segment of consumption, apparel industry goods, unique consumer qualities.

Развитие промышленного производства и электронной коммерции изделий легкой промышленности влечет за собой изменение потребностей потребителей и соответственно требует разработки принципиально новых проектных решений для их удовлетворения [1]. Целью настоящего исследования является определение наиболее значимых факторов, влияющих на выбор изделий легкой промышленности российскими потребителями в современных условиях.

Определению потребительских предпочтений и критериев выбора продукции, мотивирующих на покупку, посвящены многочисленный зарубежные исследования. Китайскими и американскими исследователями из Kang Qiao International School и University of California (Chen Y. et al., 2023) установлены различные типы поведения при совершении покупок одежды в интернет-магазинах у женщин младшей и старшей возрастных групп. Интересно, что женщины более старшего поколения уделяют внешнему виду одежды значительно больше внимания, чем более молодые [2].

Португальскими учеными из University of Coimbra (Bairrada C. et al., 2023) отмечено, что повышению удовлетворенности жизнью потребителей, отличающихся идеализмом и этичностью, способствует расширение возможности приобретения более экологичной одежды Португалии и Перу [3].

Китайскими специалистами из Cambridge International School of Optics Valley (Cai L. et al., 2023) доказано влияние быстрого развития электронной коммерции на изменение моделей потребления на всех уровнях общества, в том числе влияние разнообразных рекламных мероприятий на стимулирование потребительского спроса [4].

Бразильскими учеными из Federal University of Paraná (Layton E. et al., 2022) установлена существенная связь между идентичностью личности и характером потребления/ приобретения одежды, которую могло бы отражать утверждение: «Вы носите то, что Вы есть», то есть в обществе наблюдается смещение ориентации потребителей от поиска социальной идентичности к личной идентичности, удовлетворению потребностей которых может способствовать внедрение капсульных коллекций [5].

Датскими исследователями Copenhagen Business School (Gwozdz W. et al., 2017) изучалось поведение взрослых потребителей одежды из Германии, Польши, Швеции, США и установлено, что уровень дохода может существенно влиять на готовность покупать одежду из материалов, более экологичных, чем обычные ткани. Интересно, что потребители с наименьшим заработком заинтересованы скорее в покупке одежды известных бюджетных брендов, но наименее открыты для новых альтернативных, экологичных бизнес-моделей, таких как аренды модных изделий или пользования библиотеками одежды [6].

Для выявления особенностей личностной идентификации и покупательских намерений потребителей товаров легкой промышленности проведено анкетирование 1114 российских респондентов из всех субъектов РФ, в том числе из Москвы (44,4%), из Санкт-Петербурга (5,3%), из Республики Татарстан (2,2%), из Новосибирской обл. (1,9%), из Краснодарского края (1,7%). В таблице 1 представлены характеристики респондентов по возрасту и полу.

Таблица 1

Характеристика состава респондентов по возрасту и полу

Наименование	до 30	31-55	от 55	Итого
муж	14.7%	8.9%	1.2%	24.8%
жен	50.3%	22.7%	2.2%	75.2%
Итого	65.0%	31.6%	3.4%	100.0%

Для исследуемых данных были построены таблицы сопряженности, для оценки силы связи использовали коэффициент V-Крамера (Cramer's V). Статистическую обработку данных проводили с помощью программы SPSS Statistics, полученные результаты анализировали с использованием специально разработанного программного обеспечения, написанного на языке программирования Python. Также использовали библиотеки обработки данных Pandas, Numpy, Scipy. Графики строили с использованием библиотеки Matplotlib.

Для обработки данных исследования были разработаны многопольные таблицы сопряженности, которые используются для анализа связей между несколькими переменными и представляют собой распределение частот для каждой комбинации значений в двух или более переменных. В ходе обработки экспериментальных данных ответы респондентов были разделены по категориям качества товаров: «люкс» - товары известных брендов мирового уровня и премиального спроса, «массовый» - товары средней ценовой категории массового спроса, «эконом» - товары самой бюджетной категории наиболее низкого качества (Табл.2). В каждой группе рассчитаны абсолютные и относительные средние значения ответов. Уровень значимости факторов составил 5%. Анализ многопольных таблиц сопряженности может быть выполнен с помощью различных статистических методов, таких как Хи-квадрат тест, коэффициент корреляции Крамера и другие. Большинство редакций зарубежных журналов рекомендует авторам не только представлять в научных работах достигнутые уровни значимости при проверке статистических гипотез, но и оценивать величину силы связи между признаками [7].

Для оценки силы взаимосвязи между номинальными переменными рассматривается критерий V-Крамера.

$$V = \sqrt{\frac{\chi^2}{n(r-1) \cdot (c-1)}} \quad (1)$$

где  $\chi^2$ - критерий Хи-квадрат Пирсона;  
 n – объем выборки;  
 r – количество рядов (строк);  
 c – количество столбцов.

Интерпретация значений критерия V-Крамера согласно рекомендациям Rea& Parker:  
 <0,1 – несущественная; 0,1 – <0,2 – слабая; 0,2 – <0,4 – средняя; 0,4 – <0,6 - относительно сильная; 0,6 – <0,8 - сильная; 0,8 – 1,0 - очень сильная.

Результаты опроса российских потребителей о предпочтениях в выборе различных категорий качества приобретаемых товаров легкой промышленности, и в первую очередь одежды, представлены в таблице 2.

Таблица 2

Распределение респондентов по выбору категории качества покупаемых товаров легкой промышленности

Категория качества товаров	Итого (%)
люкс	18.9%
массовый	68.6%
эконом	12.5%
Итого	100.0%

Согласно полученным результатам опроса одежду массового ценового сегмента выбирают 68,6 % опрошенных респондентов, из которых 52,8% женщин и 15,8% мужчин, 18,9% потребителей (13,3% женщин и 5,6% мужчин) выбирают изделия категории качества люкс, изделия наиболее экономичного сегмента выбирают 12,5% покупателей (9,1% женщин и 3,4% мужчин).

При распределении потребителей по возрастным группам получены следующие результаты: среди опрошенных респондентов по возрасту: 42,2% опрошенных респондентов возрастом до 30 лет, 24,1% 31-55-летних и 2,2% потребителей старше 55 лет выбирают массовый сегмент товаров легкой промышленности; 14,7% до 30 лет, 3,9% 31-55-летних и 0,4% потребителей старше 55 лет предпочитают товары класса «люкс»; 8,1% до 30 лет, 3,6% 31-55 и 0,8% потребителей старше 55 лет выбирают наиболее экономичный сегмент товаров.

В современных условиях потребители ориентируются прежде всего на рекламу в Интернете, а среди социальных платформ предпочитая в качестве источника информации Telegram. Сеть «ВКонтакте» устойчиво занимает второе-третье место по популярности у потребителей разного уровня доходов, чем ниже уровень доходов, тем она эффективнее в качестве средства рекламы (Рисунок 1).

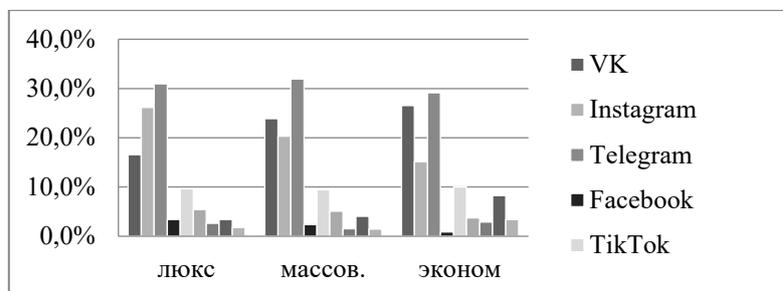


Рис. 1. Результативность маркетинга товаров легкой промышленности в социальных сетях для разных потребительских сегментов

В результате эксперимента установлена средняя сила связи, равная 0,3, согласно интерпретации значений критерия V-Крамера, между выбранным ценовым сегментом

потребления и видом проектирования одежды в рамках ее промышленного изготовления (массовое или индивидуальное проектирование изделий). Если в массовом ценовом сегменте товаров большинство опрошенных предпочли бы массовое проектирование одежды (54,7%) и только 13,9% - индивидуальное, в наиболее экономичном сегменте товаров также большинство (8,4%) респондентов выступили за массовое проектирование против 4%, выбравших индивидуальное проектирование одежды, то в ценовом сегменте товаров класса «люкс» большинство респондентов (10,4%) уже предпочли индивидуальное проектирование одежды против 8,5% удовлетворенных массовом промышленным проектированием и изготовлением изделий. Анализ результатов исследования представлен на рисунке 2.

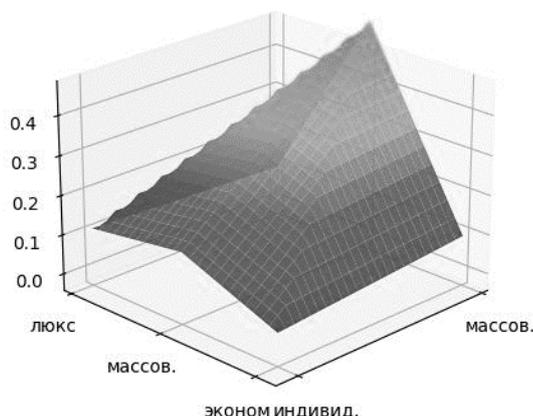


Рис. 2. Зависимость между ценовыми сегментами потребления одежды и способами ее проектирования в массовом производстве

Средняя сила связи по критерию V-Крамера, равная 0,3, установлена между выбранным ценовым сегментом потребления и источником информации об актуальности одежды, моды и модных тенденциях. 42,6% респондентов, выбирающих массовый сегмент потребления, ориентируются на личные предпочтения; 10,7% ориентируются на советы стилистов, блогеров и инфлюэнсеров в социальных сетях; 7,5% респондентов не отслеживают актуальность направления моды и не интересуются модными трендами; 6,2% профессионально занимаются данным вопросом, изучают специализированные издания и аналитические отчеты; 1,5% ориентируются на выбор звезд кино и телевидения. Интересно отметить, что хотя среди потребителей товаров класса «люкс», также как и всех остальных категорий российских покупателей большинство ориентируется на свой собственный личный вкус, вторая по величине часть респондентов этой группы подходит к выбору покупаемой одежды на основе информации из специализированных журналов и отчетов. В то же время вторая по величине часть респондентов из группы с наименьшими доходами вообще не интересуется модными направлениями. Анализ результатов исследования представлен на рисунке 3.

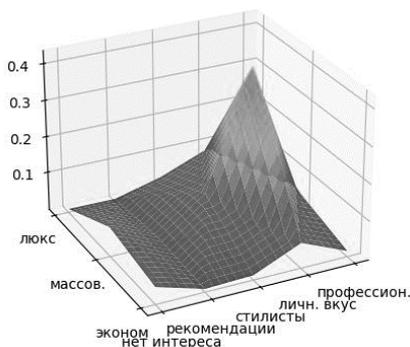


Рис. 3. Зависимость между ценовыми сегментами потребления одежды и источниками информации об актуальных направлениях моды

Средняя сила по критерию V-Крамера, равная 0,3, выявлена между выбираемым ценовым сегментом потребления и частотой обмена информацией о направлениях моды. Большинство (31%) потребителей массового сегмента товаров редко обсуждают модные тренды с друзьями, (как и большинство потребителей наиболее экономичного сегмента товаров); 21,4% часто; 7,9% никогда; 6,6% всегда; 1,2 % не ответили на данный вопрос. В отличие от большинства (9,6%) потребителей наиболее дорогого сегмента товаров класса «люкс», предпочитающих «часто» касаться темы моды в диалогах с друзьями; а 6,4% из них – «всегда» обсуждают модные тренды с друзьями; 3,6% респондентов - редко; 0,5% - никогда не обсуждают модные тренды с друзьями. Среди потребителей наиболее экономичного сегмента товаров легкой промышленности 6% - редко обсуждают актуальные направления моды с друзьями; 2,8% - никогда; 1,7% - часто; 1,2% - всегда. Результаты исследования показывают, что чем дороже покупаемый товар, тем выше необходимость обсуждения намерения его покупки с близкими людьми. Анализ полученных результатов представлен на рисунке 4.

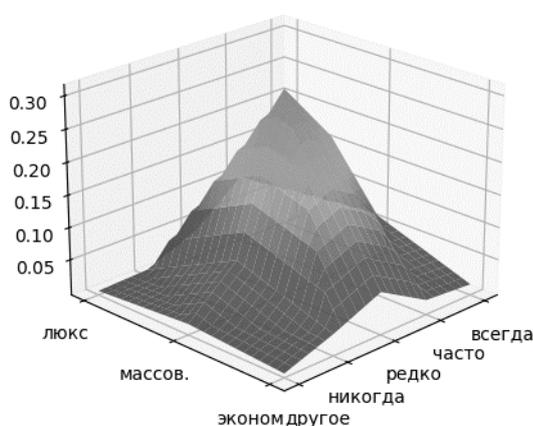


Рис. 4. Зависимость между ценовыми сегментами потребления одежды и частотой обмена информацией о направлениях моды

Научно-практический интерес представляют результаты исследования, показавшие наличие статистически значимой связи между выбираемым потребителями ценовым сегментом потребления и частотой покупок в интернет-магазинах. Большинство российских потребителей независимо от их уровня дохода ежемесячно совершают онлайн-покупки. 35,4% респондентов из потребителей массового ценового сегмента ежемесячно совершают покупки в интернет-магазинах, 16,1% ежегодно, 8,5% редко, 8,2% еженедельно, 0,4% никогда; из потребителей наиболее дорого сегмента товаров класса «люкс» 10,1% совершают покупки в интернет-магазинах ежемесячно, 3,6% - еженедельно, 3,5% - ежегодно, 1,5% - редко, 0,2% - никогда; в экономичном ценовом сегменте: 4,6% - ежемесячно, 3,8% - редко, 2,2% - ежегодно, 1,1% - еженедельно, 0,8% - никогда.

Иллюстрируя свою личную идентичность, большинство российских потребителей отметили, что хотели выглядеть в обществе спокойными, уравновешенными, а выбираемая ими одежда, отражала их внутренние потребности (47,8% представителей массового ценового сегмента, 9,3% - люксового, 7,3% - экономичного). Вторая по величине часть потребителей хотела бы быть яркими, харизматичными, заметными, выделяться за счет своего внешнего вида и одежды (16,4% в массовом ценовом сегменте, 8,9% - в люксовом, 2,5% - в экономичном). Наименьшая группа российских потребителей предпочла бы выглядеть нейтрально, не привлекать внимания своим внешним видом и одеждой (4,4% - в массовом ценовом сегменте, 2,7% - экономичном и 0,7% - в люксовом).

Наиболее активными во всех ценовых сегментах потребления товаров легкой промышленности являются те, кто относят себя к личностной категории «творцов»,

мечтающих довести до успешной реализации проекты, развивать творческие навыки, реализовать креативные компетенции и улучшить жизнь окружающих.

Результаты проведенного исследования показали наличие значимой взаимосвязи между ценовыми сегментами товаров легкой промышленности и рядом факторов, включая вид проектирования товаров легкой промышленности массового производства, источники информации о производимых изделиях и их соответствия актуальным модным тенденциям. В ходе исследования обнаружены значимые корреляции данных между предпочтениями в ценовой категории товаров легкой промышленности и характеристиками уникальности личности потребителя.

Прогнозирование потребительских предпочтений важно при формировании производственной системы каждого предприятия легкой промышленности и лежит в основе интеллектуального цифрового проектирования изделий, в наибольшей степени удовлетворяющих потребности каждого уникального потребителя.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Razin S.A. Research and forecasting of consumer behavior 2023-2025: challenges and opportunities in the clothing market // *Moscow Economic Journal*. – 2024, Vol.9, Is.6. – P. 318-322.
2. Chen Y., Ma Y., Xie Y., Zhang X. Consumer psychology and behavior of women of different ages in online clothing consumption // *Lecture Notes in Education Psychology and Public Media*. – 2023, Vol.6, Is.1. – P.853-859.
3. Bairrada C., Fernandes A., Moreira J. Attitudes toward Ethical Consumption in Clothing: Comparing Peruvian and Portuguese Consumers // *Journal of International Consumer Marketing*. – 2023, Vol.36, Is.25. -P.1-17.
4. Cai L., Tang Z., Xu H. Analysis of Influencing Clothing Consumption Motivation in the Context of E-commerce and Its Marketing Research // *Advances in Economics Management and Political Sciences*. – 2023, Vol.51, Is.1. – P.191-198.
5. Layton E.S., Lucio A. You wear what you are: Identity and clothing consumption in the capsule-wardrobe adoption process // *dObra[s] – revista da Associação Brasileira de Estudos de Pesquisas em Moda*. – 2022, Vol.60, Is.36. – P.301-319.
6. Gwozdz W., Nielsen K.S., Müller T. An Environmental Perspective on Clothing Consumption: Consumer Segments and Their Behavioral Patterns // *Sustainability*. – 2017, Vol.9, Is.5. – P.762-789.
7. Wilkinson L. Statistical methods in psychology journals: guidelines and explanation// *American Psychologist*. – 1999, Vol. 54, No.8. – P. 594–604.

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>РАЗДЕЛ 1: МАТЕРИАЛЫ ВСЕРОССИЙСКОГО МОЛОДЕЖНОГО КОНКУРСА «ЛЕГПРОМНАУКА»</b>	<b>7</b>
<b>1. РАЗРАБОТКА МЕТОДА СИНТЕЗА МИКРОКАПСУЛ ДЛЯ ПРИДАНИЯ ТЕРМОРЕГУЛИРУЮЩИХ СВОЙСТВ ТЕКСТИЛЬНЫМ МАТЕРИАЛАМ</b>	<b>8</b>
А.Ф. Алёхина, К.А. Ерзунов, А.В. Трегубов, А.А. Громов, О.И. Одинцова	
<b>2. АДАПТАЦИЯ НЕЙРОСЕТЕВОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ ПОИСКА ДЕФЕКТОВ НА ЛЬНОСОДЕРЖАЩИХ ТКАНЯХ</b>	<b>12</b>
М.А. Антонов, Д.А. Мирошниченко, М.В. Болсуновская, И.С. Барабанщикова	
<b>3. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСТОРИКО-КУЛЬТУРНЫХ КОДОВ РОССИИ И КИТАЯ В РАЗРАБОТКЕ СОВРЕМЕННОЙ КОЛЛЕКЦИИ ОДЕЖДЫ</b>	<b>17</b>
Г.А. Архимович, Н.А. Сахарова	
<b>4. ИССЛЕДОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТИ МЕТАЛЛИЗИРОВАННЫХ ТКАНЕЙ, ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ МАГНЕТРОННОГО НАПЫЛЕНИЯ</b>	<b>20</b>
Г.Ф. Байгужин, Е.С. Бокова, П.Б. Малышев, В.Р. Курбангалеев, П.С. Шмелин, Е.П. Гребенников	
<b>5. ПОЛУЧЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕРМОХРОМНЫХ КОМПОЗИЦИЙ ДЛЯ КРАШЕНИЯ ВОЛОКНИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ</b>	<b>24</b>
М.А. Бакаева, Е.С. Сашина	
<b>6. ТАМОЖЕННЫЕ АСПЕКТЫ ИМПОРТА ПО 55 ТОВАРНОЙ ГРУППЕ ДЛЯ УДОВЛЕТВОРЕНИЯ НУЖД НАЦИОНАЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ</b>	<b>30</b>
М.С. Бачуркина, Э.В. Ковалева	
<b>7. О СПОСОБАХ ЗАЩИТЫ ДОШКОЛЬНЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ ОТ ПОРАЖЕНИЯ КАССЕТНЫМИ БОЕПРИПАСАМИ</b>	<b>34</b>
А.А. Белякова, Р.Р. Аллямов, Д.А. Шустов, А.Р. Дашевский	
<b>8. ОПТИМИЗАЦИЯ ЛОГИСТИКИ ПОСТАВКИ ШВЕЙНЫХ ИЗДЕЛИЙ НА МАРКЕТПЛЕЙСЫ</b>	<b>37</b>
А.С. Белякова, О.В. Метелева	
<b>9. ЭФФЕКТИВНОСТЬ СОРБЦИИ БЕНТОНИТОМ СИНТЕТИЧЕСКИХ КРАСИТЕЛЕЙ РАЗНЫХ КЛАССОВ</b>	<b>40</b>
Ф.А. Быков, А.О. Владимирцев, А.К.Шибанова, Е.Л. Владимирцева	
<b>10. ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ПОЖАРОБЕЗОПАСНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ОТДЕЛКИ ФАСАДОВ ТЕКСТИЛЬНЫХ ПРОИЗВОДСТВ</b>	<b>43</b>
М.В. Вальвакова, М.В. Торопова	

11.	<b>МИКРОКАПСУЛИРОВАННЫЕ ОТДЕЛОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКСТИЛЯ С ТЕРМОРЕГУЛЯЦИЕЙ</b>	47
	П.Б. Гвадзабия, Е.С. Сашина	
12.	<b>РАЗРАБОТКА НЕТКАНОГО МАТЕРИАЛА С ОГНЕЗАЩИТНЫМИ И АНТИВАНДАЛЬНЫМИ СВОЙСТВАМИ ДЛЯ ПАССАЖИРСКИХ СИДЕНИЙ МОСКОВСКОГО МЕТРОПОЛИТЕНА</b>	53
	Е.В. Голованенко, О.О. Ерофеев, Н.А. Королева	
13.	<b>ЭКОТЕХНОЛОГИЯ КРАШЕНИЯ БЕЛКОВЫХ ВОЛОКОН ПРИРОДНЫМИ КРАСИТЕЛЯМИ В ПРИСУТСТВИИ БИОПРОТРАВ</b>	59
	А.В. Горохова, Н.В. Скобова	
14.	<b>ИССЛЕДОВАНИЕ АССОРТИМЕНТА И ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ ПРЕДПОЧТЕНИЙ НА ПОСТЕЛЬНОЕ БЕЛЬЕ</b>	65
	А.Р. Горохова, Е.Н. Власова	
15.	<b>ПОДХОДЫ К ЧИСЛЕННОМУ МОДЕЛИРОВАНИЮ ВЫСОКОСКОРОСТНОГО ПРОБИТИЯ КОМПОЗИТНЫХ ПЛАСТИН</b>	68
	А.П. Гречухин, П.Н. Рудовский, А.В. Куликов, М.А. Туманов, А.М. Вершинин	
16.	<b>ИННОВАЦИОННЫЙ МАСКИРУЮЩИЙ ТЕКСТИЛЬ С ГИДРОФОБНЫМИ СВОЙСТВАМИ</b>	72
	Р.А. Гришин, М.Н. Ионкина, О.В. Козлова	
17.	<b>РАЗРАБОТКА АВТОРСКОЙ КОЛЛЕКЦИИ ОДЕЖДЫ ПО МОТИВАМ СКАЗОК А.С. ПУШКИНА ДЛЯ КОНКУРСА «ПУШКИНСКИЙ БАЛ» САНКТ-ПЕТЕРБУРГ</b>	75
	В.А. Гудимова	
18.	<b>ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ КАРКАСНЫХ ПРОКЛАДОК ИЗ ПОЛИМЕРНЫХ СЕТЧАТЫХ ПОЛОТЕН В ШВЕЙНЫЕ ИЗДЕЛИЯ</b>	80
	И.Д. Гусев, О.Д. Шашкова, Е.Г. Андреева, М.А. Гусева	
19.	<b>ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИЙ ДЛЯ ФИКСАЦИИ МИКРОСФЕР НА ПОВЕРХНОСТИ ТЕКСТИЛЬНОГО МАТЕРИАЛА НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МАТЕРИАЛОВ</b>	85
	М.М. Данилова, О.В. Радченко, О.В. Козлова	
20.	<b>ВУЗ-ПРОВОДНИК СОВРЕМЕННЫХ ЗНАНИЙ И ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ</b>	90
	К.А. Дементьева, А.Ю. Матрохин, А.В. Корнилович	
21.	<b>ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМ «КОСТЮМ-ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА» С УЧЕТОМ ТЕКТониКИ МЕМБРАННЫХ МАТЕРИАЛОВ ГК «МЕРКУРИЙ»</b>	95
	К.А. Дементьева, А.В. Корнилович, А.Н. Малинская	

22.	<b>НОВАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ БАЗА ПАРАМЕТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДЛЯ ПРОВЕРКИ СООТВЕТСТВИЯ 3D АВАТАРОВ МОРФОЛОГИИ РОССИЙСКОГО ПОТРЕБИТЕЛЯ</b>	99
	К.А. Дементьева, А.Д. Рябова, И.В. Жукова, В.Е. Кузьмичев	
23.	<b>ОТЛИЧИТЕЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ АВТОМАТИЗАЦИИ И ЦИФРОВИЗАЦИИ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ В ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ</b>	105
	А.Д. Державина	
24.	<b>ВЛИЯНИЕ ПЛАЗМЕННОГО ФТОРИРОВАНИЯ НА ГИДРОФОБНЫЕ СВОЙСТВА ПОЛИПРОПИЛЕНОВОЙ ПЛЕНКИ</b>	109
	С.П. Дробот, И.В. Холодков, Т.Ю. Кумеева, Н.П. Пророкова	
25.	<b>ПРИМЕНЕНИЕ ТЕРМОХРОМНЫХ КРАСИТЕЛЕЙ В ТРАДИЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ ТРАФАРЕТНОЙ ПЕЧАТИ</b>	114
	С.А. Ерофеева, Н.В. Дащенко	
26.	<b>ПЛАНИРОВАНИЕ ЖИЛОГО МИКРОРАЙОНА В МЕСТЕЧКЕ ОТРАДНОЕ Г. ИВАНОВО ДЛЯ ПРОЖИВАНИЯ РАБОЧИХ ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ</b>	119
	Э.М. Жалова	
27.	<b>ВИРТУАЛЬНАЯ ВЫСТАВКА НАДЕЖДЫ ПЕТРОВНЫ ЛАМАНОВОЙ</b>	123
	Е.С. Жаринова, М.А. Жукова, В.Е. Кузьмичёв, А.Ю. Москвин, М.А. Москвина	
28.	<b>ВИРТУАЛЬНАЯ КОСТЮМНАЯ КАРТА ИВАНОВСКОЙ ОБЛАСТИ</b>	129
	Е.С. Жаринова, М.А. Жукова, В.Е. Кузьмичев, И.В. Жукова А.Ю. Москвин, М.А. Москвина	
29.	<b>РАЗРАБОТКА АВТОРСКОЙ КОЛЛЕКЦИИ ОДЕЖДЫ ДЛЯ ИВАНОВСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ФИЛАРМОНИИ ПО МОТИВАМ СКАЗОК А.С. ПУШКИНА</b>	135
	Е.А. Зайцева, Н.Е. Лузина, О.В. Сурикова, К.М. Демьяненко	
30.	<b>СОЗДАНИЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ С ЭФФЕКТОМ МАСКИРОВКИ</b>	140
	А.Р. Зимнуров, М.Р. Таганова, О.В. Козлова	
31.	<b>ОДЕЖДА ДЛЯ ПАЦИЕНТОВ С АППАРАТАМИ ВНЕШНЕЙ ФИКСАЦИИ: ОБЗОР КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ</b>	143
	А.М. Знамцева, П.Р. Бескостова, М.А. Гусева, В.В. Гетманцева	
32.	<b>НОВЫЙ ДИЗАЙН СВЕТОВОЗВРАЩАЮЩЕГО ТЕКСТИЛЯ</b>	147
	Р.Н. Зыков, Д.Р. Горбанева, Е.А. Горбанов, О.В. Козлова	

33. **ПРОЕКТНАЯ РАЗРАБОТКА ДЕТСКИХ КОЛЛЕКЦИЙ ОДЕЖДЫ ДЛЯ БРЕНДА ИВАНОВСКОГО ТРИКОТАЖА «СОВАЛИНА» В КОНТЕКСТЕ СОТРУДНИЧЕСТВА ИВАНОВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА И КОМПАНИИ «РИТЕЙЛ ГРУПП»** 150  
С.С. Зяблова, Е.С. Позднякова, Е.В. Максимова
34. **СОСТАВЛЕНИЕ КАРТЫ ЦЕЛЕЙ ПРЕДПРИЯТИЯ АО «РОДНИКИ-ТЕКСТИЛЬ»** 155  
А.С. Иванова, Т.С. Галкина, Т.О. Гойс
35. **ИНТЕГРАЦИЯ НЕЙРОСЕТЕЙ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ПРОЦЕСС НА КАФЕДРЕ ДИЗАЙНА КОСТЮМА И ТЕКСТИЛЯ ИМ. Н.Г.МИЗОНОВОЙ. ОПЫТ РАЗРАБОТКИ МОДНЫХ КОЛЛЕКЦИЙ С ПОМОЩЬЮ STABLE DIFFUSION** 158  
А.П. Иконникова, Е.В. Максимова
36. **ОБЪЕМНОЕ МОДИФИЦИРОВАНИЕ ПОЛИПРОПИЛЕНОВЫХ НИТЕЙ СТАБИЛИЗИРОВАННЫМИ НАНОЧАСТИЦАМИ БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ** 162  
Ш.Ш. Иматшоева, С.Ю. Вавилова, Н.П. Пророкова
37. **ЭТИЧНАЯ И ЭКОЛОГИЧНАЯ МОДА: МНЕНИЕ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ** 168  
А.Ш. Иргашева, М.А. Чагина
38. **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОЦЕССА СУШКИ ПЛОТНЫХ ШЕРСТЯНЫХ СУКОННЫХ ТКАНЕЙ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ** 172  
М.В. Исаев, М.К. Кошелева, А.В. Шалунов
39. **ОЦЕНКА ТРЕБОВАНИЙ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫХ К ПЛЕТЁНЫМ ИЗДЕЛИЯМ** 177  
В.В. Казначеев, Е.Н. Власова
40. **ПРОБЛЕМА ТРАДИЦИЙ РУССКОГО СТИЛЯ В СОВРЕМЕННОМ ТЕКСТИЛЕ И КОСТЮМЕ** 182  
А.Н. Карапапас, Т.Л. Щербакова
41. **ВЛИЯНИЕ ВИДА ПОДЛОЖКИ НА СТРУКТУРУ НАНОВОЛОКНИСТЫХ ГЕМОСТАТИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ, ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОФОРМОВАНИЯ** 187  
М.С. Карнилов, Д.Б. Рыклин
42. **ОПТИМИЗАЦИЯ ПОЛУЧЕНИЯ И ОЦЕНКА ЭФФЕКТА САМООЧИЩЕНИЯ ТИТАНСОДЕРЖАЩИХ ЗОЛЕЙ** 192  
Е.Д. Коробова, Н.В. Дащенко
43. **О СПОСОБАХ ПРИДАНИЯ ОГНЕЗАЩИТНЫХ СВОЙСТВ НЕТКАНЫМ МАТЕРИАЛАМ СЦЕНИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ** 198  
Я.Н. Короткова, Р.Р. Аллямов, Е.Ф. Разумова, И.В. Плещева

44. **ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ УПРУГИХ ХАРАКТЕРИСТИК КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ МНОГОСЛОЙНОЙ ТКАНИ** 201  
С.Ю. Костин, Д.А. Пирогов, Г.В. Долунц, Л.Б. Маслов
45. **ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ МИКРОКЛИМАТА ТРИКОТАЖНОГО ПРОИЗВОДСТВА МЕТОДОМ ПОЗОННЫХ БАЛАНСОВ** 205  
А.Е. Крупнов, М.Ю. Ометова
46. **ЛИЧНЫЙ ОПЫТ В СФЕРЕ НАУЧНЫХ КОММУНИКАЦИЙ: СТУДЕНЧЕСКОЕ НАУЧНОЕ ОБЩЕСТВО** 210  
А.Е. Крупнов
47. **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТИПА АДГЕЗИОННОЙ ДОБАВКИ НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЛИЦЕВЫХ СЛОЁВ ПОЛИВИНИЛХЛОРИДНЫХ ТЕНТОВЫХ МАТЕРИАЛОВ** 213  
Н.Р. Лотоцкий, Г.М. Коваленко, А.Н. Рассадина
48. **ИССЛЕДОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОРИГИНАЛЬНОГО ДЕКОРА ДЛЯ СОЗДАНИЯ ШВЕЙНЫХ ИЗДЕЛИЙ** 218  
Е.А. Лузина, О.В. Метелева
49. **ИССЛЕДОВАНИЕ НАБУХАНИЯ КОМПОЗИЦИИ ИЗ КОНОПЛЯНОГО ВОЛОКНА, КРАХМАЛА, ГЛИЦЕРИНА, ПОЛИВИНИЛОВОГО СПИРТА, ЛИМОННОЙ КИСЛОТЫ И ВОДЫ ДЛЯ МЕДИЦИНСКИХ ПОВЯЗОК СРАВНИТЕЛЬНО РОССИЙСКИХ ПЕРЕВЯЗОЧНЫХ СРЕДСТВ** 224  
Д.А. Лутова, А.Н. Захарова, М.С. Лисаневич
50. **ИССЛЕДОВАНИЯ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ РУЛОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ПЛАСТИФИЦИРОВАННОГО ПОЛИВИНИЛХЛОРИДА** 227  
Д.Д. Маринин, Е.С. Бокова, Н.И. Константинова
51. **ВЛИЯНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ПОЛИМЕРНЫХ МИКРОСФЕР НА ВЯЗКОСТЬ И ЖИЗНЕСПОСОБНОСТЬ ПЛАСТИЗОЛЕЙ ПОЛИВИНИЛХЛОРИДА** 230  
Д.А. Медведева, А.Н. Полетаева
52. **ВНЕДРЕНИЕ ИНСТРУМЕНТОВ БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА НА ТРИКОТАЖНОМ ПРЕДПРИЯТИИ** 235  
Т.Д. Мешелева, Т.О. Гойс
53. **ИССЛЕДОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ И ПАРАМЕТРОВ ФОТОСЪЕМКИ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ** 238  
Д.А. Мирошниченко, И.С. Барабанщикова, Т.Ю. Карева, А.И. Белова
54. **ВЛИЯНИЕ СОСТАВА НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ ТЕКСТИЛЬНО-ПОЛИМЕРНЫХ ОТХОДОВ** 245  
Р.Р. Мустафина, Е.Ю. Гаврилюк, А.А. Азанова

55.	<b>ПРОИЗВОДСТВО ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНОЙ ЗАЩИТЫ РУК РАБОТНИКОВ ВСЕХ ОТРАСЛЕЙ НАРОДНОГО ХОЗЯЙСТВА</b> Н.Д. Нагманов, А.С. Парсанов	248
56.	<b>ХУДОЖЕСТВЕННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ВЫПОЛНЕНИЕ КОЛЛЕКЦИИ ОДЕЖДЫ «ЗОЛОТОЙ ПЕТУШОК» В МАТЕРИАЛЕ ПО МОТИВАМ СКАЗОК А.С.ПУШКИНА</b> А.С. Небогатова, К.М. Демьяненко	251
57.	<b>СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СПОСОБОВ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИИ ВОЛОКНИСТЫМИ МАТЕРИАЛАМИ ПЕРЕХОДНЫХ УЧАСТКОВ ТРУБОПРОВОДОВ ГОРЯЧЕГО И ХОЛОДНОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ</b> Н.А. Онопченко, Н.А. Грузинцева, Б.Н. Гусев	255
58.	<b>ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ СОВМЕЩЕНИЯ СИНТЕЗА ТИТАНСОДЕРЖАЩЕГО ЗОЛЯ С ПРОЦЕССОМ КРАШЕНИЯ</b> В.А. Онорина, Н.В. Дащенко	259
59.	<b>«ИВАНОВО: ЗВЕЗДНЫЕ ИСТОРИИ» ФИЛЬМ-ЭССЕ КАК КРЕАТИВНАЯ ФОРМА СТУДЕНЧЕСКОЙ ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ</b> Д.Н. Палилова, Ф.И. Каган	264
60.	<b>ТЕХНОЛОГИЯ ДЕЗОДОРИРУЮЩЕЙ ОТДЕЛКИ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ</b> В.Ю. Петрушина, Е.С. Власкина, А.А. Малыгина, А.С. Одинцов, О.И. Одинцова	270
61.	<b>ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ АБРАЗИВНОЙ СУСПЕНЗИИ НА СВОЙСТВА ПОЛИРОВАЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ В ПРОЦЕССЕ ХИМИКО-МЕХАНИЧЕСКОЙ ПЛАНАРИЗАЦИИ</b> Д.С. Плотников, К.А. Малкова, Н.В. Евсюкова, Е.С. Бокова	275
62.	<b>СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД К РАЗРАБОТКЕ ДИЗАЙНА ОДЕЖДЫ</b> А.А. Портнова	280
63.	<b>РАЗРАБОТКА ИНКЛЮЗИВНОЙ ОДЕЖДЫ В СТИЛЕ МИНИМАЛИЗМ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТАКТИЛЬНОГО ДЕКОРА</b> К.И. Рогова, Л.Л. Чагина	283
64.	<b>ПРИНЦИПЫ БИОМИМИКРИИ ПРИ СОЗДАНИИ ВЛАГОСТОЙКИХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ С ГИБРИДНЫМ ЛУБОВОЛОКНИСТЫМ НАПОЛНИТЕЛЕМ</b> П.О. Розанова, С.Е. Шипова, С.В. Алеева	288
65.	<b>СОЗДАНИЕ МОДЕЛИ ШПУЛЯРНИКА ДЛЯ СНОВАЛЬНОЙ МАШИНЫ С ПОМОЩЬЮ ТРЕХМЕРНОЙ ГРАФИКИ</b> Ю.А. Романов, А.Ю. Шарова	294
66.	<b>ХИМЗАЩИТНАЯ ПОЛИМЕРНАЯ МЕМБРАНА ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ СИЗК НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ</b> И.Ф. Сайфутдинова	296

67. **РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА РАСЧЕТА КРУТЯЩЕГО МОМЕНТА И ВЕЛИЧИНЫ НЕРАВНОМЕРНОСТИ ВРАЩЕНИЯ ГЛАВНОГО ВАЛА МЕТАЛЛОТКАЩЕГО СТАНКА ТИПА СТР** 300  
Д.К. Самойлов, А.А. Тувин
68. **ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ПРИ ОЦЕНКЕ И ПРОГНОЗИРОВАНИИ СВОЙСТВ СПЕЦИАЛЬНОЙ ЗАЩИТНОЙ ОДЕЖДЫ НА ПРИМЕРЕ СРЕДСТВ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ РУК** 304  
А.И. Самсонова, Р.Р. Аллямов, И.А. Суворов, Ю.В. Бельцев
69. **ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ГРАФИЧЕСКИХ ТЕКСТИЛЬНЫХ КОМПОЗИЦИЙ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СПЕЦОДЕЖДЫ 4 КЛАССА ЗАЩИТЫ** 307  
А.И. Самсонова, И.А. Суворов, Р.Р. Аллямов, Ю.В. Бельцев
70. **ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА РЕГУЛИРОВАНИЯ НАТЯЖЕНИЯ НИТИ НА ОСНОВЕ НЕЙРОСЕТЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ** 310  
А.И. Самсонова, А.О. Аксенова
71. **НЕЙРОСЕТЕВЫЕ МЕТОДЫ ПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ ГЕНЕРАЦИИ ФОРМ И КОНСТРУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ТЕКСТИЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ** 314  
А.И. Самсонова, А.О. Аксенова
72. **РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОЦИФРОВКИ ДВИЖЕНИЙ ЧЕЛОВЕКА ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ТРЕХМЕРНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОДЕЖДЫ** 317  
М.М. Смирнов, Н.Р. Смирнова, А.А. Щанцева, О.В. Сурикова
73. **СРАВНЕНИЕ СПОСОБОВ ОБРАЗОВАНИЯ КОМПЛЕКСА АКТИВНОГО ВЕЩЕСТВА С  $\beta$ -ЦИКЛОДЕКСТРИНОМ ДЛЯ ПОСЛЕДУЮЩЕГО ПЕРЕНОСА НА ВОЛОКНО** 321  
А.А. Соловьёва, З.А. Константинова, А.А. Токарева, Е.Л. Владимирцева
74. **РАЗРАБОТКА И АПРОБАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ИЗДЕЛИЙ ЛЕГКОГО АССОРТИМЕНТА ИЗ ЛЬНЯНЫХ МАТЕРИАЛОВ, СОВМЕЩЕННОЙ С ПРОЦЕССАМИ МЯГЧЕНИЯ** 324  
Т.С. Солoduшенкова, Н.Л. Корнилова
75. **АЛГОРИТМ РАСЧЕТА ОПТИМИЗИРОВАННЫХ ТРАЕКТОРИЙ УКЛАДКИ НИТЕЙ АРМИРУЮЩЕГО НАПОЛНИТЕЛЯ** 329  
К.Ю. Стрункина, П.Н. Рудовский
76. **ПРИМЕНЕНИЕ МАКРОЦИКЛИЧЕСКИХ ОЛИГОСАХАРИДОВ В БАКТЕРИЦИДНОЙ ОТДЕЛКЕ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ** 333  
А.А. Токарева, А.А. Соловьёва, З.А. Константинова, Е.Л. Владимирцева

77.	<b>ПОЛИМЕРНЫЕ ПЛЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ ПОЛИАМИДА И ПОЛИВИНИЛОВОГО СПИРТА ДЛЯ УПАКОВКИ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ</b>	338
	О.А. Федоськина, Д.Р. Соловьева, А.Н. Полетаева	
78.	<b>ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ С ВОДООТТАЛКИВАЮЩЕЙ ПРОПИТКОЙ НА ОСНОВЕ СИЛАНА И ХЛОРПАРАФИНА</b>	342
	А.А. Халилова, Н.В. Тихонова	
79.	<b>СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ РЕГЕНЕРИРОВАННЫХ ВОЛОКОН ИЗ ТЕКСТИЛЬНЫХ ОТХОДОВ</b>	346
	И.Г. Хосровян, А.А. Жукова, А.А. Хосровян, Б.Э. Манджари, Г.А. Хосровян	
80.	<b>ПРИМЕНЕНИЕ САХАРНЫХ СПИРТОВ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ОХЛАЖДАЮЩЕГО ТЕКСТИЛЯ</b>	349
	Г.Н. Хуснутдинова, Д.Ю. Михайлова, А.А. Азанова	
81.	<b>ЭФФЕКТИВНОСТЬ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ШВЕЙНЫХ МАШИН ДЛЯ ОБРАБОТКИ ПРОРЕЗНЫХ КАРМАНОВ</b>	354
	С.С. Черногалова, С.О. Абилова, О.В. Радченко, А.А. Малушенко, Н.М. Серов	
82.	<b>ПОВЫШЕНИЕ ВИДИМОСТИ ДЕТСКОЙ ОДЕЖДЫ В ТЕМНОЕ ВРЕМЯ СУТОК</b>	359
	С.С. Черногалова, М.М. Данилова, О.В. Радченко	
83.	<b>ЭКСПЕРТНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВА ТРИКОТАЖНЫХ ПОЛОТЕН</b>	363
	Ю.В. Шемякина, Е.Н. Власова, Ю.К. Тютяева, В.С. Волкова	
84.	<b>МЕРОПРИЯТИЯ ПО ЗАЩИТЕ ХИМИЧЕСКИ ОПАСНОГО ОБЪЕКТА ОТ АТАКИ БЕСПИЛОТНЫМИ ЛЕТАЮЩИМИ АППАРАТАМИ НА ПРИМЕРЕ АО «ИВХИМПРОМ»</b>	367
	А.В. Шлапаков, В.Н. Каменчук, Р.Р. Аллямов, К.В. Жиганов, И.В. Плещева	
85.	<b>ПРИМЕНЕНИЕ ПРИНЦИПОВ БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ СКЛАДСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА ТЕКСТИЛЬНОМ ПРЕДПРИЯТИИ</b>	370
	Д.Н. Шушунин, Н.А. Грузинцева	
<b>РАЗДЕЛ 2: МАТЕРИАЛЫ ВСЕРОССИЙСКОГО ОТРАСЛЕВОГО СЕМИНАРА-СОВЕЩАНИЯ</b>		376
86.	<b>СОВРЕМЕННЫЕ ВЫЗОВЫ В СФЕРЕ УПРАВЛЕНИЯ ТЕКСТИЛЬНЫМ ПРОИЗВОДСТВОМ</b>	377
	И.Ю. Белова, О.В. Метелева	

87.	<b>ПОЛУЦИКЛОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ НИТЕЙ НАТУРАЛЬНОГО ШЁЛКА ПРИ ИХ РАСТЯЖЕНИИ</b>	382
	Н.Г. Валиев, А.Д. Даминов, Х.А. Алимова	
88.	<b>РАСШИРЕНИЕ АССОРТИМЕНТА ТКАНЕЙ ИЗ НАТУРАЛЬНОГО ШЕЛКА</b>	386
	Н.Г. Валиев, А.Д. Даминов	
89.	<b>ПРОБЛЕМЫ НАСТИЛАНИЯ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ В ШВЕЙНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ</b>	390
	А.Е. Горелова, М.В. Козырев, А.А. Майоров	
90.	<b>ХУДОЖЕСТВЕННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТРИКОТАЖА НА ОСНОВЕ МОРСКИХ МОТИВОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ САПР</b>	393
	Е.М. Ермолаева, О.А. Вигелина	
91.	<b>ЦИФРОВИЗАЦИЯ И ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОСЕТЕЙ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ И ВНЕДРЕНИЯ УТЕПЛЁННОЙ ОДЕЖДЫ С ПРИМЕНЕНИЕМ НЕТКАНЫХ МАТЕРИАЛОВ «ХОЛЛОФАЙБЕР»</b>	399
	В.В. Иванов, Ю.М. Трещалин	
92.	<b>СЖИМАЕМОСТЬ КОМПОЗИЦИОННОГО ПОЛИРОВАЛЬНОГО МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ ПОЛОТНА ИЗ ПОЛИАЦЕТАЛЬНЫХ ВОЛОКОН, ПРОПИТАННОГО ВОДНОЙ ДИСПЕРСИЕЙ ПОЛИУРЕТАНА</b>	407
	О.В. Кожевникова, Е.С. Бокова, И.Д. Асметков, А.В. Дедов	
93.	<b>ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ГЕОМОДИФИКАТОРОВ ТРЕНИЯ И ГРАФЕНА В СЕРИЙНОЙ СМАЗКЕ ЛИТОЛ-24</b>	411
	Т.А. Комарова, А.А. Гвоздев, А.С. Мардасов	
94.	<b>СОТРУДНИЧЕСТВО КАФЕДРЫ ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ ВОЛОКНИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ С ПРОМЫШЛЕННЫМИ ПАРТНЕРАМИ</b>	417
	О.И. Одинцова, К.А. Ерзунов, О.В. Козлова С.В. Королев	
95.	<b>ВОЗМОЖНОСТЬ РЕГЕНЕРАЦИИ ЦЕННЫХ КОМПОНЕНТОВ СТОЧНЫХ ВОД</b>	420
	Ю.П. Осадчий, А.В. Маркелов, А.С. Минеев	
96.	<b>ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ –FDM ПЕЧАТИ ДЛЯ РЕМОНТА И МОДЕРНИЗАЦИИ ОБОРУДОВАНИЯ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ</b>	422
	Д.В. Теньшов, А.А. Тувин	
97.	<b>СИСТЕМНО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ ПОДХОД К РАЗРАБОТКЕ ГЛОССАРИЯ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ</b>	425
	Ю.М. Трещалин, К.Э. Разумеев, М.Ю. Трещалин	

98. **МЕТОДИКА ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ВЫБОР НЕТКАНЫХ ПОЛОТЕН  
ДЛЯ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИИ ПОДЗЕМНЫХ НЕФТЕ - ГАЗОПРОВОДОВ С  
УЧЕТОМ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ** 433  
А.В. Трещалина, Ю.М. Трещалин
99. **ВОЗДУШНЫЙ ФИЛЬТР ИЗ НЕТКАНЫХ МАТЕРИАЛОВ** 437  
Ю.М. Трещалин, М.Ю. Трещалин
100. **ВЛИЯНИЕ ЦЕНОВОГО СЕГМЕНТА ИЗДЕЛИЙ ЛЕГКОЙ  
ПРОМЫШЛЕННОСТИ НА ИХ ВЫБОР УНИКАЛЬНЫМИ  
ПОТРЕБИТЕЛЯМИ** 443  
В.Ю. Туханова, Е.Г. Андреева

*Научное издание*

**ФИЗИКА ВОЛОКНИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ:  
СТРУКТУРА, СВОЙСТВА, НАУКОЕМКИЕ ТЕХНОЛОГИИ  
И МАТЕРИАЛЫ**

**СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ  
XXVII Международного научно-практического форума  
«SMARTEX – 2024»**

Ответственный за выпуск  
Компьютерная верстка  
Дизайн обложки

А.П. Новикова  
Н.А. Онипченко  
А.П. Новиковой

Статьи публикуются в авторской редакции

Формат 1/8 60x84.  
Усл. печ. л. 53,4. Уч. - изд. л. 30,0

ФГБОУ ВО «Ивановский государственный политехнический университет»  
153000, г. Иваново, Шереметевский пр., 21  
Адрес в Интернете: [www.ivgpi.ru](http://www.ivgpi.ru)