

XXV международный  
научно-практический форум

**ФИЗИКА ВОЛОКНИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ:  
структура, свойства, наукоемкие  
технологии и материалы**

**SMARTEX  
2022**

**Издание Ивановского государственного  
политехнического университета**

Иваново - 2022

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)

Официальный индустриальный партнёр ООО «ТЕРМОПОЛ»

**СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ**  
**XXV Международного**  
**научно-практического форума**  
**«SMARTEX – 2022»**

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

25 августа 2022 года  
(АО «Красный Перекоп» г. Ярославль)

6 – 7 октября 2022 года  
(Ивановский государственный политехнический университет)

Иваново 2022

УДК 677.1/5:5

Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоемкие технологии и материалы: сб. материалов XXV Междунар. науч.-практ. форума «SMARTEX-2022», 25 августа 2022 года, 6–7 октября 2022 года. – Иваново: ИВГПУ, 2022.– 383 с.

**Рецензенты:**

д-р техн. наук, гл. науч. сотр. Н.П. Пророкова (Институт химии растворов имени Г.А. Крестова РАН), д-р техн. наук, проф., ген. дир. ООО «Инжиниринговый центр текстильной и легкой промышленности» (г. Иваново) Н.Л. Корнилова (Ивановский государственный политехнический университет), д-р тех. наук, проф. М.Ю. Трещалин (Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова), д-р техн. наук, проф. М.В. Киселёв (Костромской государственный университет), д-р техн. наук, проф. А.Ю. Матрохин (Ивановский государственный политехнический университет)

ISSN 2413-6514

## Состав Организационного комитета

### Сопредседатели

Румянцев Е.В.	д-р хим. наук, ректор Ивановского государственного политехнического университета
Киселев М.Г.	д-р хим. наук, директор Института химии растворов имени 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)
Кашеев О.В.	канд. психол. наук, профессор Российского государственного университета им. А.Н. Косыгина (Москва)

### Учёные секретари

Никифорова Е.Н.	д-р техн. наук, профессор, первый проректор-проректор по развитию Ивановского государственного политехнического университета
Пророкова Н.П.	д-р техн. наук, профессор, гл. научн. сотр. Института химии растворов имени Г.А. Крестова РАН (г. Иваново), профессор Ивановского государственного политехнического университета

### Члены оргкомитета

Богаделина А.В.	ген. директор ОАО ХБК «Шуйские ситцы» (г. Шуя, Ивановская область)
Бузник В.М.	акад. РАН, д-р хим. наук, профессор, начальник лаборатории Всероссийского научно-исследовательского института авиационных материалов (Москва)
Ibrahim Aman	д-р наук, вице-президент Университета г. Кафр-эль-Шейх (Арабская Республика Египет)
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 имени Г.А. Крестова РАН (г. Иваново)
Конов А.Н.	Заместитель генерального директора ООО «ТексХолдинг» (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)
Кулида Н.А.	д-р техн. наук, профессор, директор Института текстильной индустрии и моды Ивановского государственного политехнического университета
Лекишвили Н.Г.	д-р хим. наук, профессор Тбилисского государственного университета им. Иванэ Джавахишвили, президент Союза химиков Грузии (Республика Грузия)
Лободанов А.П.	д-р филол. наук, профессор, декан факультета искусств Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова, академик Болонской Академии наук
Петров И.Р.	ген. директор ООО «Протекс» (г. Иваново)
Савинов В.С.	испол. директор Российского Союза химиков (Москва)
Федорова Т.А.	руководитель Дирекции Технологической платформы «Текстильная и легкая промышленность» (г. Казань)



## Состав Программного комитета

### Члены комитета

Морыганов А.П.	д-р техн. наук, профессор, зав. лабораторией Института химии растворов имени Г.А. Крестова РАН, (г. Иваново)
Гусев Б.Н.	д-р техн. наук, профессор Ивановского государственного политехнического университета
Elsayed A. Elnashar	д-р наук, профессор Университета г. Кафр-эль-Шейх (Арабская Республика Египет)
Барабанщикова И.С.	канд. техн. наук, доц., руководитель направления ТПТИ НОЦ ЦКТЛП Ивановского государственного политехнического университета
Дашенко Н.В.	канд. техн. наук, доц. Санкт-Петербургского государственного университета промышленных технологий и дизайна
Кузьмичев В.Е.	д-р техн. наук, профессор, зав. кафедрой Ивановского государственного политехнического университета
Матрохин А.Ю.	д-р техн. наук, профессор, проректор по образовательной деятельности Ивановского государственного политехнического университета
Одинцова О.И.	д-р техн. наук, профессор, зав. кафедрой Ивановского государственного химико-технологического университета
Песецкий С.С.	чл.-корр. НАН Беларуси, д-р техн. наук, профессор, главный редактор научного журнала «Полимерные материалы и технологии» Института механики металлополимерных систем имени В.А. Белого НАН (г. Гомель, Республика Беларусь)
Румянцева В.Е.	д-р техн. наук, профессор, директор Института социально-гуманитарных и естественных наук Ивановского государственного политехнического университета
Трещалин М.Ю.	д-р техн. наук, профессор Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ФУРЬЕ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НЕРАВНОМЕРНОСТИ УГЛА ПЛЕТЕНИЯ В СТРУКТУРЕ ТЕКСТИЛЬНЫХ ПРЕФОРМ**

### **ESTIMATION OF ANGULAR DEVIATION IN BRAIDED PREFORMS USING THE FOURIER TRANSFORM**

С.В. Ершов, И.П. Горнаков, Е.Н. Калинин  
S.V. Ershov, I.P. Gornakov, E.N. Kalinin

Ивановский государственный политехнический университет  
Ivanovo State Polytechnic University  
E-mail: ershovsv.iv@yandex.ru, enkalini@gmail.com

В работе представлены результаты разработки программного обеспечения для определения угла плетения в текстильных преформах по изображениям их поверхности. Определение угла плетения выполнялось с учетом величины его отклонения от заданного значения, что дало возможность оценить неравномерность угла плетения в структуре текстильных преформ. Алгоритмы вычислительных процедур программного обеспечения были реализованы с использованием средств анализа изображений и преобразования Фурье, математический аппарат которых позволил исследовать частотные характеристики цифровых изображений плетеных структур и по ним определить направленность волокон и нитей в плетеной структуре с учетом их неравномерности.

**Ключевые слова:** плетеные преформы, угол плетения, компьютерное зрение, преобразование Фурье.

**This work presents the development of a software system for a non-contact braiding angle measurement in textile preforms using their surface images. Braiding angle was measured taking into account the angular deviation of fiber orientation in braided preforms, which made it possible to estimate the angular defects in braided structures. The developed algorithms used the image processing technique and frequency domain image analysis based on Fourier transform, which allowed to study the frequency characteristics of digital images of braided structures and determine fiber and yarn orientation in braided structure, taking into account their unevenness.**

**Key words:** braided preforms, braiding angle, computer vision, Fourier transform.

Плетеные преформы широко используются в качестве армирующего наполнителя при изготовлении полимерных композиционных материалов (ПКМ) в различных отраслях промышленности (машиностроение, авиационная и аэрокосмическая отрасли, строительство, производство товаров для спорта и т.д.). Применяемые для производства изделий из ПКМ плетеные преформы, как правило, изготавливаются методом радиального плетения с использованием жесткой оправки. Для обеспечения требуемых механических свойств композита плетеные преформы изготавливают с заданным углом плетения, величина которого зависит от технологических параметров процесса их производства, однако, ряд динамически меняющихся в процессе производства плетеных преформ факторов, таких как трение, возникающее между нитями, и геометрия их поперечного сечения, неизбежно приводят к отклонениям величины угла плетения текстильной преформы от заданного значения [1]. Именно поэтому, для точного прогнозирования механических свойств плетеных преформ необходимо при определении угла плетения учитывать и величину его отклонения от заданного значения.

Целью настоящей работы являлась разработка программного обеспечения для определения угла плетения в текстильных преформах с учетом величины его отклонения от заданного значения, что позволяет оценить неравномерность угла плетения в структуре текстильных преформ.

Для достижения поставленной цели нами был использован метод анализа изображений, в основе которого лежит математический аппарат преобразования Фурье. Преобразование Фурье позволяет выполнить разложение цифрового изображения плетеной структуры по спектру, т.е. перевести изображение в область частот, и выделить в нем преобладающие значения интенсивности, характеризующие направление волокон в исходном изображении поверхности плетеной преформы. В полученном спектре низкочастотные компоненты характеризуют области, в которых яркость изображения практически не изменяется, а высокочастотные компоненты, наоборот, определяют ее интенсивное изменение, из чего при анализе изображений плетеных структур следует, что волокна будут преимущественно расположены в направлении, перпендикулярном направлению максимального значения интенсивности спектра (рис. 1). Здесь следует заметить, что при наличии в исходном изображении плетеной преформы неравномерности угла плетения ( $\theta$ ) пики интенсивности будут занимать более широкую область спектра, анализ которой и дает возможность получить величину отклонения угла плетения ( $\sigma$ ) от заданного значения.

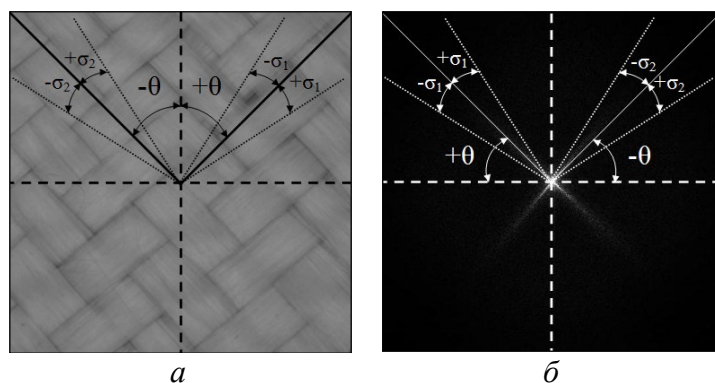


Рис. 1. Изображение плетеной структуры (а) и соответствующий ему частотный спектр (б)

Реализация алгоритма вычисления преобразования Фурье в виде программного обеспечения для анализа изображений плетеных структур была выполнена в интегрированной среде разработки системы MATLAB и подробно описана в [2]. На практике разработанное программное обеспечение для определения неравномерности угла плетения в текстильных преформах было апробировано на трех образцах плетеных преформ, изготовленных из стекловолокна с разной схемой плетения (рис. 2). Для каждого полученного изображения поверхности образцов плетеных преформ было выполнено преобразование Фурье, получен частотный спектр и построены гистограммы распределения интенсивности спектра. Из анализа полученных гистограмм (рис. 3) с использованием метода аппроксимации нормальным распределением для каждого образца текстильной преформы были определены среднее значения угла плетения  $\theta$  и величина его отклонения от среднего значения  $\sigma$ .

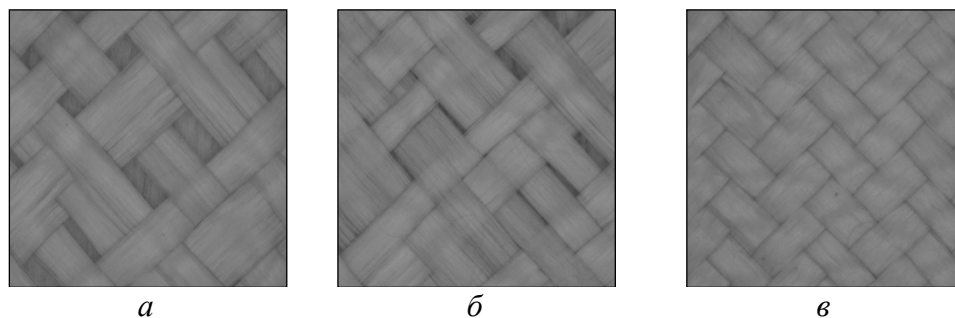


Рис. 2. Изображения плетеных структур: Образец 1 (а); Образец 2 (б); Образец 3 (в).

Модель нормального распределения, использованная для аппроксимации полученных гистограмм, представляла из себя симметричную относительно центра распределения кривую, которая описывалась следующим выражением:

$$f(x | \mu, \sigma) = \frac{1}{\sigma \cdot \sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}, \quad (1)$$

где,  $\mu$  — это математическое ожидание распределения, а  $\sigma$  — его среднее квадратическое отклонение. Применительно к анализу полученных из частотного спектра гистограмм величина  $\mu$  характеризует доминирующие пики интенсивности и определяет средний угол укладки нитей в плетеной структуре.

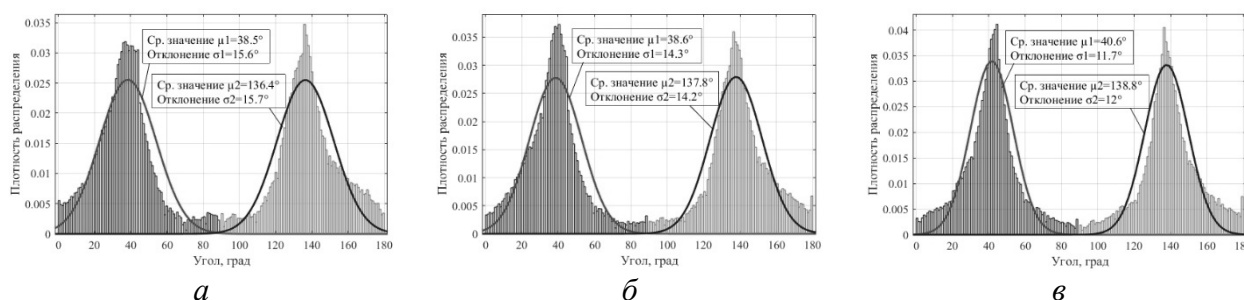


Рис. 3. Гистограммы плотности распределения интенсивности спектров и результаты их аппроксимации для образца 1 (а), образца 2 (б) и образца 3(в)

Из рис. 3 видно, что при анализе изображений плетеных структур гистограммы распределения интенсивности будут иметь два ярко выраженных пика, следовательно, угол, которому соответствует каждый пик интенсивности, будет определять угол укладки нитей  $\mu_1$  и  $\mu_2$ , зная которые можно определить среднее значение угла плетения  $\theta$  по следующей формуле [3]:

$$\theta = \frac{(\mu_1 + 90) - (\mu_2 - 90)}{2}, \quad (2)$$

Параметры  $\sigma_1$  и  $\sigma_2$  характеризуют отклонение величины углов укладки нитей  $\mu_1$  и  $\mu_2$  от их среднего значения, соответственно, поэтому величина отклонения угла плетения от его среднего значения  $\sigma$  в целом для образца определялась, как среднее арифметическое значений  $\sigma_1$  и  $\sigma_2$ . Результаты анализа изображений поверхности плетеных преформ представлены в таблице 1.

Таблица 1

Результаты анализа изображений исследуемых образцов текстильных преформ

Текстильная преформа	Первый пик интенсивности, $\mu_1$ , град.	Второй пик интенсивности, $\mu_2$ , град.	Отклонение для первого пика интенсивности, $\sigma_1$ , град.	Отклонение для второго пика интенсивности, $\sigma_2$ , град.	Среднее значение угла плетения, $\theta$ , град.	Среднее значение отклонения, $\sigma$ , град.
Образец 1	38.5	136.4	15.6	15.7	41.05	15.65
Образец 2	38.6	137.8	14.3	14.2	40.4	14.25
Образец 3	40.6	138.8	11.7	12.0	40.9	11.85

Таким образом, результаты проведенного нами анализа изображений плетеных структур показывают, что разработанное программное обеспечение для определения неравномерности угла плетения в текстильных преформах позволяет получить достоверную информацию о среднем значении угла плетения и величине его отклонения от среднего (заданного) значения в плетеных структурах, а, следовательно, может эффективно использоваться в составе систем автоматического контроля качества, которые могут применяться как в процессе производства плетеных преформ, так и при анализе уже готовой продукции.

*Работа выполнена при поддержке Гранта РФФИ по проекту 20-43-370007 р\_а\_Ивановская область: «Развитие научных основ прогнозирования функциональных и конструкционных параметров синтезируемых полимерных волокнистых композитных систем».*

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Van Ravenhorst J. H., Akkerman R. A yarn interaction model for circular braiding // Composites Part A. 2016. № 81. P. 254–263.
2. Method for measuring the braid angle and its deviation from the specified value in braided preforms using image analysis / S. V. Ershov, V. Reimer, T. Zastrow, E. N. Kalinin, T. Gries // Fibre Chemistry. 2022. Vol. 53. No. 5. P. 346 – 354.
3. Zhenkai W., Jialu L. Braided angle measurement technique for three-dimensional braided composite material preform using mathematical morphology and image texture // AUTEX Research Journal. 2006. Vol. 6(1). P. 30-39.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПОВЫШЕНИЯ РЕСУРСА НОЖЕЙ РАСКРОЙНЫХ МАШИН

### INVESTIGATION OF THE POSSIBILITY OF INCREASING THE RESOURCE OF CUTTING MACHINE KNIVES

А.А. Гвоздев<sup>1</sup>, Т.А. Комарова<sup>2</sup>  
А.А. Gvozdev<sup>1</sup>, Т.А. Komarova<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Ивановская государственная сельскохозяйственная академия имени Д.К. Беляева

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

<sup>1</sup>Ivanovo State Agricultural Academy by D.K. Belyaev

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

E-mail: resurs1959@yandex.ru, docent.ta@yandex.ru

В работе освещается вопрос повышения ресурса ножей швейных раскройных машин высокочастотной электроискровой наплавкой твердыми сплавами. Использован комплексный критерий для оценки эффективности ряда технологических воздействий при обработке ножей для сохранения их работоспособного состояния с целью снижения затрат на запасные части, убытков от простоя техники, повышения качества резания тканей, производительности труда на рабочем месте, сокращения затрат времени на технологические переналадки оборудования.

Ключевые слова: деталь, износ, ресурс, ножи, упрочнение, технологические воздействия, эффективность.

The paper highlights the issue of increasing the resource of sewing cutting machine knives by high-frequency electric spark surfacing with hard alloys. A complex criterion was used to evaluate the effectiveness of a number of technological impacts during the processing of knives to preserve their working condition in order to reduce the cost of spare parts, losses from equipment downtime, improve the quality of cutting fabrics, labor productivity in the workplace, and reduce the time spent on technological equipment changeovers.

Keywords: detail, wear, resource, knives, hardening, technological effects, efficiency.

Поставленная в работе задача по повышению ресурса ножей раскройных машин (рис.1) решается путем технологически и экономически оправданным способом: локальным электроискровым легированием структуры лезвийной части износостойкими материалами [1,2]. Традиционно применяемые методы термической обработки с поверхностно-пластической деформацией, повторной (или многократной) заточки, термодиффузионного насыщения, электродуговой наплавки либо малопроизводительны, либо невозможны, не эффективны, трудоемки, либо имеют высокое тепловложение в деталь, а значит, высока вероятность тепловых деформаций лезвийной части ножей. Ряд технологий требуют высокой квалификации исполнителей и опыта работы.



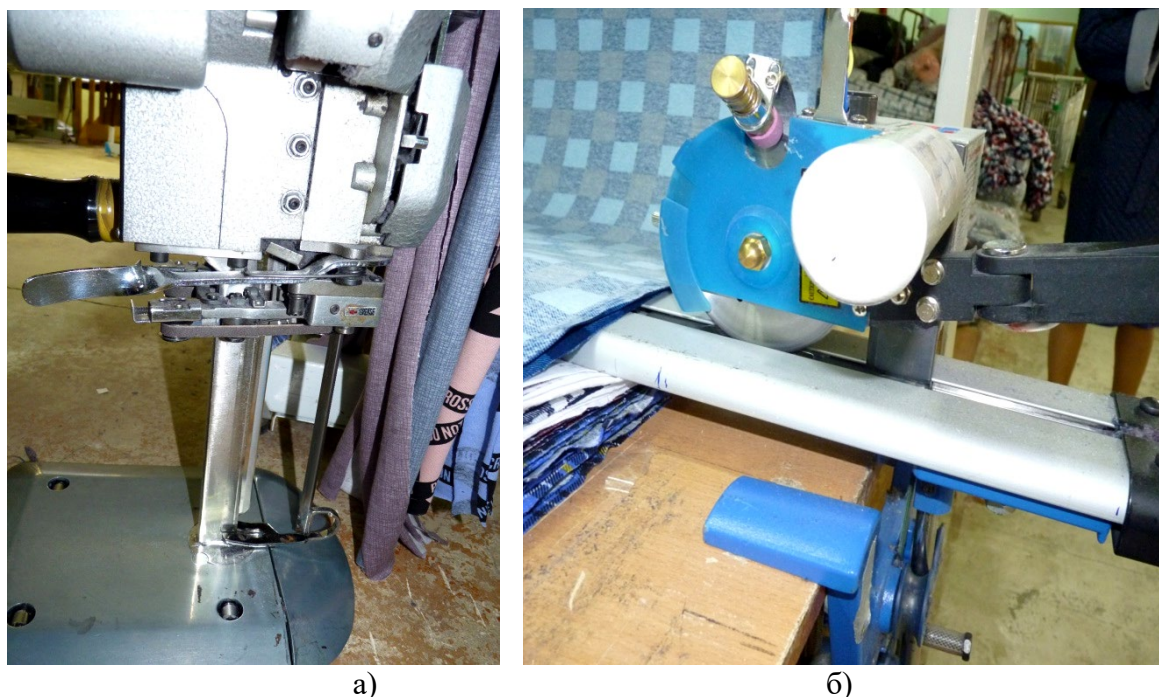


Рис. 1. Примеры раскройных машин с плоскими (а) и дисковыми (б) ножами

Взятый на вооружение машиностроительным и ремонтным производством в 90-е годы метод электроискровой обработки (ЭИО), легирования (ЭИЛ), наплавки (ЭИН) (предназначенный в основе своей для компенсации небольших по величине износов, по своим энергетическим характеристикам), широте видов наносимых металлов и сплавов, возможности локальной обработки, доступности использования персоналом средней квалификации, как нельзя лучше подходит и для упрочнения рабочих поверхностей деталей твердыми сплавами [3].

При ЭИО осуществляется воздействие на металлические поверхности в воздушной атмосфере короткими (до 1000 мкс) электрическими разрядами с энергией от сотых долей до десятка и более джоулей и частотой 100...3000 Гц. При периодическом, с определенной частотой, контакте электрода (анода) с обрабатываемой деталью (катодом) и его разрыве возникают электрические разряды, создаваемые генератором импульсов. В результате микрометаллургических процессов происходит перенос продуктов эрозии материала электрода на поверхность детали, она приобретает новый специфичный рельеф мелкодисперсного состава, вплоть до наноуровня, с минимальной зоной термического влияния. Так, например, при обработке сталей 45, У8А и У10 карбидом титана белый слой включает следующие фазовые составляющие: мартенсит, аустенит, TiC, FeC, Fe<sub>3</sub>C. При обработке карбидом вольфрама – мартенсит, аустенит, WC, W<sub>2</sub>C, FeC, Fe<sub>2</sub>W и ряд др. Состав и структура белого слоя, как правило, не зависят от характера предварительной термической обработки материала инструмента, а определяются химическим составом материала обрабатываемой детали и электрода. Толщина белого слоя, количество аустенита и легирующих элементов возрастают с увеличением мощности единичного разряда и времени упрочнения. Белый слой микротвердостью до 16000 МПа при воздействии на него стандартных травителей, предназначенных для выявления микроструктуры материала основы, остается белым, т.е. его структура не выявляется [4, 5].

Таким образом, на поверхности детали образуется новый слой, которому в зависимости от параметров искрового разряда, состава электрода придаются отличные от исходного состояния свойства, управляемые в широких пределах и обеспечивающие требуемые качества: повышенные микротвердость, износостойкость, жаростойкость и др. – при управлении толщиной нанесенного слоя от 5 до 300 мкм (на сторону).

В настоящей работе для оценки технологических воздействий при обработке ножей по результатам лабораторных и стендовых испытаний использован комплексный критерий, включающий в себя произведение скорости износа ( $V_i$ , г/ч) и изменение толщины лезвия ( $h$ , мм), стремящиеся к минимуму:

$$K_{эф} = V_i \times h \rightarrow \min, \quad (1)$$

при этом значения «скорости износа» позволяют прогнозировать ожидаемый ресурс, а параметр «толщина (острота) лезвия» отвечает за качество среза тканевого полотна и производительность процесса резания.

На специализированной установке для электроискровой наплавки на модельные образцы в виде лезвий плоских и дисковых ножей (рис.2) в различных комбинациях «одностороннее» и «двухстороннее» были нанесены покрытия из сплавов и электродов: «Cr-V-Si-Ni», T15K6, BK8, белый чугун (БЧ), T-590 и получены значения твердости, соответственно, HV 734, 1033, 1081, 882, 835. В ходе сравнительных лабораторных испытаний в условиях модельной абразивной среды минимальный  $K_{эф}$  получен у покрытий BK8 – 0,0064 г\*мм/ч и T15K6 - 0,0070 г\*мм/ч. Ножи с наиболее твердыми покрытиями и наилучшими  $K_{эф}$  (BK8 и T15K6) были установлены на раскройные машины для испытания в производственных условиях, которые дали первые положительные результаты (табл.). На их основе, начатая в этом направлении работа, будет продолжена на большой партии деталей. Предстоит также определить и отдать предпочтение «двухстороннему» или «одностороннему» нанесению покрытий с целью не только повышения ресурса ножей, но и реализации в полной мере эффекта самозатачивания, основанного на разнице (определенном соотношении) твердости основы детали и формируемых покрытий оптимальной толщины.

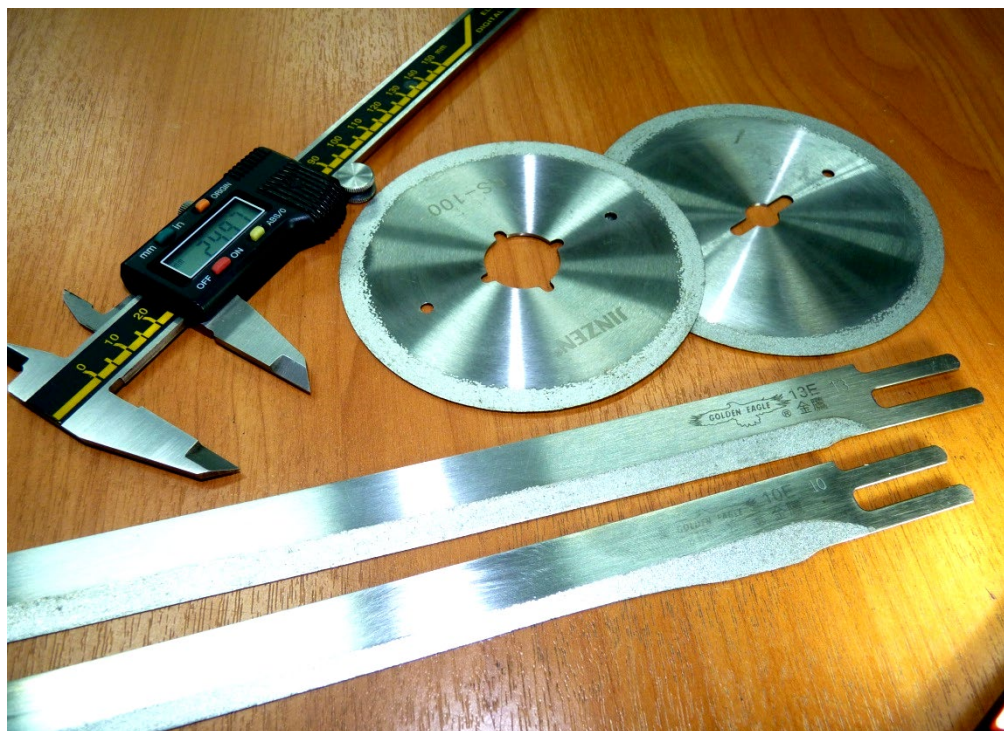
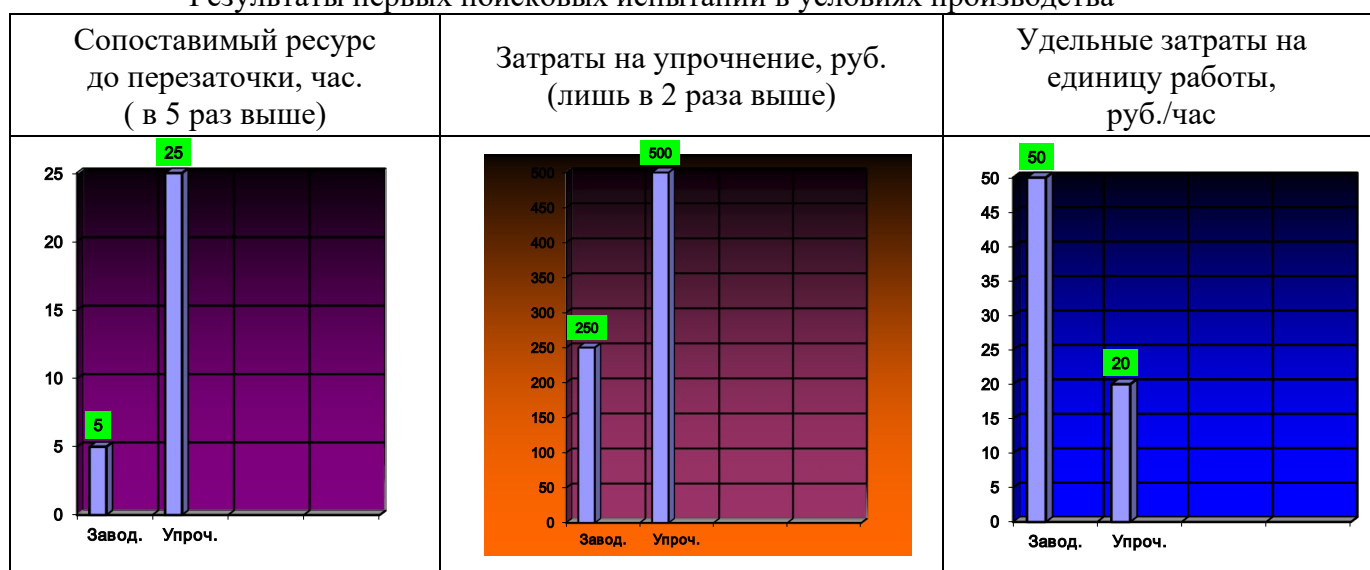


Рис. 2. Примеры плоских и дисковых ножей с нанесенными покрытиями

Таблица 1

## Результаты первых поисковых испытаний в условиях производства



На основе многолетнего опыта авторов работы по внедрению электроискровой технологии в производство она позволяет получить:

- формирование микронных покрытий и наноструктур легирующих элементов;
- высокую адгезию с основным материалом;
- отсутствие деформации детали при обработке;
- возможность локального формирования покрытий (детали сложного профиля);
- высокий коэффициент переноса материала до 90 %;
- низкую энергоёмкость (достаточно 0,5-1,0 кВт источника питания);
- экологичность процесса;
- возможность реализации эффекта самозатачивания лезвий ножей.

Электроискровая наплавка является универсальным, эффективным, экономичным и перспективным методом обработки деталей и инструментов, в том числе в текстильной промышленности.

Технология восстановления и упрочнения деталей и инструментов, основанная на электроискровом методе, обладает высокой рентабельностью.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Иванов В.И., Тимошенко В.А. Восстановление и повышение ресурса деталей оборудования по производству картона [Текст]/ В.И. Иванов, В.А. Тимошенко// Ремонт, восстановление, модернизация. – 2012. – № 2.– С. 7-10.
2. Бурумкулов Ф.Х., Лялякин В.П., Иванов В.И. Повышение износостойкости инструментов электроискровым упрочнением [Текст]/Ф.Х. Бурумкулов, В.П. Лялякин, В.И. Иванов //Техника в сельском хозяйстве. – 2001. – № 4.– С. 29-34.
3. Гвоздев А.А. Увеличение ресурса ножей с помощью самозатачивания [Текст] /А.А. Гвоздев // ФЕРМЕР. Поволжье. – 2018. – №3. – С. 78-80.
4. Ткачев В.Н. Методы повышения долговечности деталей машин [Текст]: учеб. пособие для вузов / В.Н. Ткачев. – М.: Машиностроение, 1971. – 272 с.
5. Ткачев В.Н. Резервы решения проблемы абразивного износа [Текст]/ В.Н. Ткачев. – М.: Россельхозиздат, 2002. – 60 с.



## ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ МОНОНИТЕЙ ИЗ СУПЕРКОНСТРУКЦИОННЫХ ТЕРМОПЛАВКИХ ПОЛИМЕРОВ ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ ТЕКСТИЛЬНЫМИ ТЕХНОЛОГИЯМИ

## PERSPECTIVES OF THE USE MONOFILAMENTS MADE OF SUPER CONSTRUCTIVE HOT-MELT POLYMERS FOR PROCESSING BY TEXTILE TECHNOLOGIES

Д.А. Мирошниченко<sup>1</sup>, Т.В. Смирнова<sup>1</sup>, И.В. Мусов<sup>2</sup>, А.Л. Слонов<sup>2</sup>  
D.A. Miroshnichenko<sup>1</sup>, T.V. Smirnova<sup>1</sup>, I.V. Musov<sup>2</sup>, A.L. Slonov<sup>2</sup>

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

<sup>2</sup>Кабардино-Балкарский государственный университет им Х.М. Бербекова (г. Нальчик)

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

<sup>2</sup>Kabardino-Balkarian State University named after H.M. Berbekov (Nalchik)

E-mail: pti@ivgpu.com

В статье рассмотрены перспективы использования суперконструкционных полимерных материалов для создания изделий различного назначения. Приведены их сравнительные характеристики и возможные сферы применения. Представлены экспериментальные образцы однослойных материалов, изготовленные способами ткачества и радиального плетения из полимерных мононитей. Определены основные барьеры на пути к использованию полимерных нитей в текстильных технологиях.

**Ключевые слова:** полимерные нити, термопласты, суперконструкционные материалы, техническое плетение, ткачество.

The article discusses the prospects of using super constructive polymer materials to create products for various purposes. Their comparative characteristics and possible fields of application are given. Experimental samples of single-layer materials made by weaving and radial weaving from polymer monofilaments are presented. The main barriers to the use of polymer yarns in textile technologies have been identified.

**Keywords:** polymer threads, thermoplastics, superconstructive materials, technical braiding, weaving.

В настоящее время активно развивается класс суперконструкционных полимеров. В него входят такие материалы, как: полиэфирсульфоны; полиэфимииды; полиэфиркетоны; полифениленсульфиды. Основное отличие их от обычных полимеров в том, что они обладают радиационной стойкостью в сочетании с высокими физико-механическими и теплофизическими характеристиками. Наряду с высокими термоустойчивостью и упругопрочностными свойствами, материалы этой группы отличаются стойкостью к действию ударных циклических нагрузок и растрескиванию, стабильностью размеров при низких (до -60°C) и повышенных (до +250°C) температурах. Они имеют высокую атмосферо- и химическую стойкость к топливу, маслам и кислотам. Также их отличает отсутствие магнитных свойств, теплопроводности и электропроводности. Вес изделия значительно уменьшается по сравнению с изделиями из стали, титана, алюминия [1,2].

Основное применение материалов этого типа ориентировано на космос, авиацию и спецтехнику. Существенно повысились и ужесточились требования к полимерным материалам, используемым для формирования деталей и конструкций в этих отраслях [3]. Это, в первую очередь, сохранение не менее 80% величины значений механических характеристик в заданном интервале рабочих температур, высокая теплостойкость, пониженное водопоглощение, высокая огне- и химическая стойкость. Кроме того, в настоящее время суперконструкционные термопластичные полимерные материалы все более активно проникают в гражданские области из-за замены ими традиционных материалов и расширения их потребления в интенсивно развивающихся гражданских отраслях, таких как автомобилестроение, нефтеперерабатывающая промышленность, электроника.

Перспективным является применение конструкций из полиэфиркетона в медицинской отрасли. Объясняется это тем, что этот материал является биоинертным, а в сочетании с высокими физико-механическими свойствами может заменять металлы, используемые в медицине. В исследованиях многих ученых отмечается перспективность замены сетчатых титановых цилиндрических имплантов позвонков на импланты из полиэфиркетона [5]. А использование пластин из полимера при фиксации перелома обеспечивает меньший риск нежелательных явлений по сравнению с титановым каркасом [6]. Модели таких имплантов представлены на рис. 1.

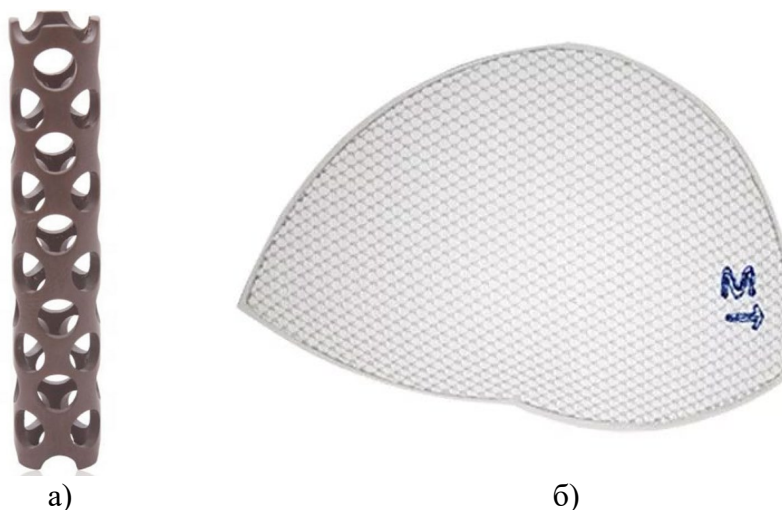


Рис. 1. Импланты, используемые в медицине: а) титановый сетчатый имплант Mesh; б) имплантная сетка

Еще одним перспективным направлением может стать замена широко используемых в промышленности слоистых полимерно-композиционных материалов, недостатками которых являются их высокая подверженность расслаиванию, низкое сопротивление сдвиговым деформациям и ударным нагрузкам [7,8]. Решению этой проблемы способствуют активно развивающиеся современные текстильные технологии, а именно технологии получения объемно-армирующих преформ. Одним из наиболее перспективных направлений такого развития является изготовление армирующих текстильных каркасов с геометрией, близкой к конечной детали [9]. Примеры таких деталей представлены на рис. 2. Главным отличием ткачества от плетения является то, что в процессе плетения все носители нити движутся одновременно и непрерывно, то есть, нет четкого разделения на нити основы и нити утка.



Рис. 2. Элементы конструкций, выполненные методами 3D ткачества

Современные аддитивные технологии позволяют создавать изделия из таких полимеров путем послойного наращивания и синтеза объекта, однако технологий, позволяющих создавать трехмерные конструкции больших размеров, на данный момент нет. Целесообразен поиск других технологий, позволяющих изготавливать изделия большого объема и сложной формы.

Суперконструкционные полимеры выпускаются, в том числе в форме нити различной толщины, намотанной на бобине, что позволяет использовать их в технологиях получения изделия путем технического плетения или ткачества. Использование технологии 3D ткачества и плетения позволяет повысить прочность и надежность композитов на их основе. Достоинствами применения суперконструкционных полимеров также являются: исключение риска расслоения, локализация трещин и высокая стойкость к торцевому удару, повышение стойкости к деформациям, высокотемпературным воздействиям и абляции, радиопрозрачность, улучшение воспроизводимости процесса производства композитных изделий из-за отсутствия ручных операций, уменьшение трудоёмкости и стоимости.

Конструирование многослойных тканых структур, тканей переменного сечения и цельнотканых заготовок из суперконструкционных полимерных нитей с их последующим расплавлением и формированием монолитного полимер-полимерного композита позволит создавать изделия с высокими показателями прочности и термостойкости.

В Научно-образовательном центре ИВГПУ созданы экспериментальные образцы однослойных материалов, полученных различными способами. На рис. 3-а представлен образец, полученный способом ткачества.

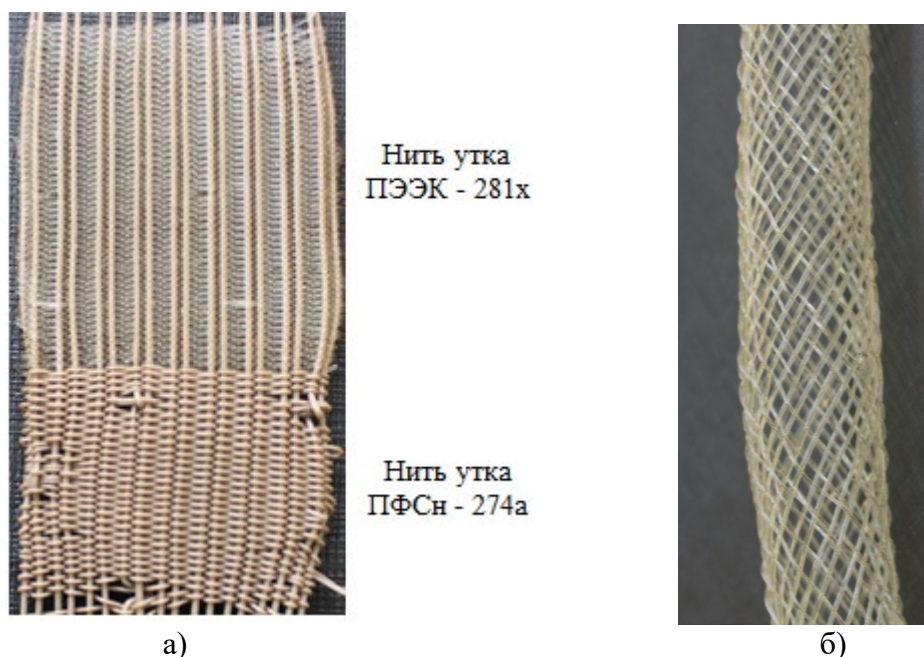


Рис. 3. Экспериментальные образцы: а) полотняное переплетение; б) радиальное плетение

Используемое переплетение – полотняное. В качестве нитей основы использован полиэфирэфиркетон (ПЭЭК) марки 281х, диаметр поперечного сечения нити 900 мкм. В качестве нитей утка использованы полиэфирэфиркетон марки 281х с диаметром поперечного сечения нити 380 мкм и полисульфон (ПФСн) марки 274а такого же диаметра. Нити для образцов получены методом экструзии на специальном оборудовании «Центра прогрессивных материалов и аддитивных технологий» Кабардино-Балкарского государственного университета, г. Нальчик, Россия.

На рис. 3-б представлен образец, полученный способом радиального плетения. Изготовление образца осуществлено на горизонтальной плетельной машине с заправкой 48 веретен производства ООО «ТексИнтер», г. Ковров, Россия.



При изготовлении образцов были определены основные барьеры на пути к использованию полимерных нитей в технологиях ткачества и плетения:

- высокая упругость и хрупкость;
- плохая гибкость;
- остаточная деформация при изгибе и растяжении.

Кроме того, серьезной технической проблемой является отсутствие научно-технической информации в сфере получения монолитных конструкций из тканых материалов методами плавления. Так, например, некоторые виды суперконструкционных полимеров могут расплавляться до жидкого состояния при высоких температурах, тогда как другие при любой температуре сохраняют свою первоначальную форму, и для получения монолитного изделия необходимо создавать давление для соединения слоев. Сочетание различных видов полимеров в одном изделии при их научно-обоснованном расположении в структуре позволит создавать конструкции с уникальным комплексом свойств, проектировать изделия под заданные условия эксплуатации. Поэтому необходимо комплексное исследование суперконструкционных полимерных нитей, позволяющее определить условия использования их в технологиях ткачества и технического плетения, а также требования к текстильным основам, определяющие параметры получаемого полимер-полимерного композита.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Zhansitov A.A., Khashirova S.Yu., Slonov A.L., Kurdanova Zh.I., Shabaev A.S, Khashirov, A.A. Mikitaev A.K. Development of technology of polysulfone production for 3D printing. // *High Performance Polymers*, 29(6), (2017) 724–729.
2. Zhansitov A.A., Slonov A.L., Shetov R.A., Baikaziev A.E., Shakhmurzova K.T, Kurdanova Zh.I., Khashirova S.Yu. Synthesis and properties of polyetheretherketones for 3d printing, // *Fibre Chemistry*. 49-6 (2018) 414.
4. Евразийский химический рынок. Новые полимеры: полифениленсульфид // *Международный деловой журнал*. 2008. Т. 39. №3. С. 14–21.
5. Manoukian O.S., Sardashti N., Stedman T., Gailiunas K., Ojha A., Penalosa A., Kumbar S. Biomaterials for tissue engineering and regenerative medicine. // *Lumbar Interbody Fusions*. 2019. P. 62-482.
6. Alentado V.J., Steinmetz M.P. Interbody Implant Options in Interbody Fusion. // *Lumbar Interbody Fusions*. 2019. P. 132-159.
7. Богомолов П.И., Козлов И.А., Бируля М.А. Обзор современных технологий изготовления объемно-армирующих преформ для перспективных композиционных материалов. *Техникотехнологические проблемы сервиса*, 2017, №1. – с. 22-27.
8. Zhang, D., Sun, Y., Chen, L., & Pan, N. A comparative study on low-velocity impact response of fabric composite laminates. *Materials & Design*. 2013. 50, 750–756.
9. Титов С.Н., Киселев М.В., Хилев П.А., Романов В.В. Разработка методов оценки технологических свойств высокомодульных нитей и параметров экспериментального стенда. // *Изв вузов. Технология текстильной промышленности*, 2021, №6, с. 37-43.

**АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ВНЕДРЕНИЙ ВТОРИЧНОГО ВОЛОКНИСТОГО ПЭТФ-СЫРЬЯ ПРОИЗВОДСТВА КОМПАНИЙ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН В НЕТКАНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПРОИЗВОДСТВА КОМПАНИЙ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**TOPICAL ISSUES OF RESEARCH AND IMPLEMENTATION OF SECONDARY FIBROUS PET (Polyethylene terephthalate) RAW MATERIALS PRODUCED BY COMPANIES OF THE REPUBLIC OF UZBEKISTAN IN NONWOVENS PRODUCED BY COMPANIES OF THE RUSSIAN FEDERATION**

Е.Б. Письменская<sup>1</sup>, А.В. Силаков<sup>2</sup>, С.Ш. Ташпулатов<sup>3</sup>, В.В. Иванов<sup>4</sup>  
E.B. Pismenskaya<sup>1</sup>, A.V. Silakov<sup>2</sup>, S.Sh. Tashpulatov<sup>3</sup>, V.V. Ivanov<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Общество с ограниченной ответственностью «Фешн Форс» (Москва)

<sup>2</sup>Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина  
(Технологии. Дизайн. Искусство) (Москва)

<sup>3</sup>Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности (Республика Узбекистан)

<sup>4</sup>Общество с ограниченной ответственностью «Термопол» (Москва)

<sup>1</sup>Fashion Force, Limited Liability Company, Moscow,

<sup>2</sup>Russian State University named after A.N. Kosygin (Technology. Design. Art) (Moscow)

<sup>3</sup>Tashkent Institute of Textile and Light Industry (Republic of Uzbekistan)

<sup>4</sup>Thermopol, Limited Liability Company (Moscow)

E-mail: pismenskaya@mail.ru, avsilakov@mail.ru, ssht61@mail.ru, i-vlad@inbox.ru

В статье представлены некоторые результаты исследования рынка вторичного полиэфирного волокнистого сырья (ПЭТФ) производства Республики Узбекистан в контексте расширения его применения при производстве нетканых материалов компаниями Российской Федерации, расширения ассортимента, контроля качества, дальнейшей модификации свойств, совершенствования в области smart-textile. Установлена целесообразность экспериментальной оценки лабораторных показателей применения вторичного сырья без ущерба качества нетканых материалов, проведения дальнейших совместных исследований и внедрения в промышленную продукцию обеих стран. В статье особо отмечается важность совместного научно-промышленного сотрудничества отраслевых специалистов и организаций, выгоды расширения коммуникации науки, бизнеса, производства. Представлены новые материалы (Холлофайбер Экософт) с применением вторичного и переработанного ПЭТФ-сырья, обозначена актуальность сырьевых компонентов узбекского производства для рынка РФ, а также перспективы полирециклинга. Впервые поставлены проблемы исследований микропластика в контексте многократной переработки ПЭТФ. Выявлены «следующие шаги» науки и промышленности в области создания инновационных нетканых материалов, smart-textile, в целом - развития технического текстиля.

Ключевые слова: нетканые материалы, вторичный ПЭТФ, флейки, флексы, полиэфирное волокно, полирециклинг, Термопол, Холлофайбер, сырьё пр-во Узбекистан, микропластик.

The article presents the results of market research of secondary polyester fiber raw materials (PET) produced in the Republic of Uzbekistan in the context of expanding its use in the production of nonwovens from the Russian Federation, expanding the range, quality control. The expediency of experimental evaluation of laboratory indicators of the use of secondary raw materials without compromising the quality of nonwovens, conducting further joint research and introduction into industrial products of both countries has been established. The article highlights the importance of joint scientific and industrial cooperation between industry specialists and organizations, the benefits of expanding communication between science, business, and production. New materials (Hollowfiber Ecosoft) with the use of recycled and recycled PET raw materials are presented, the relevance of raw materials of Uzbek production for the Russian market is indicated, as well as the prospects of polyrecycling. The "next steps" of science and industry in the field of creating innovative nonwovens, smart-textile, and in general, the development of technical textiles have been identified.

Keywords: nonwovens, recycled PET, flakes, flexes, polyester fiber, floor and recycling, Thermopol, Hollowfiber, raw materials made in Uzbekistan.

2022-й год знаменуется 30-летием установления дипломатических отношений между Узбекистаном и Россией и Договора об основах межгосударственных отношений, дружбе и сотрудничестве между Российской Федерацией и Республикой Узбекистан. Он заложил правовую основу двусторонних отношений, которые также развиваются в добрососедском и взаимовыгодном фарватере торгово-экономических связей стран по межгосударственному Соглашению о торговых отношениях от 13 ноября 1992 года. В 2022-м году подписана Декларация о всеобъемлющем стратегическом партнёрстве РФ и Узбекистана на саммите ШОС в Самарканде [1].

Одним из ключевых направлений является сотрудничество в области переработки углеводородов, применения компонентов нефтехимии в продукцию широкого спектра, в том числе технический текстиль, нетканые материалы [2], далее – в изделия для всех отраслей промышленности.

Данное направление развития является эволюционным и для текстильной и лёгкой промышленности Узбекистана, исторически ориентированного не на переработку углеводородов, а на хлопкопереработку. Одним из наиболее значимых и несомненно успешных шагов республики, отражающих мировые ESG-тенденции, стала реализация проектов по сбору и высокотехнологичной переработке ПЭТФ-отходов (преимущественно, бутылочной тары, «баклажек»). Мероприятия реализуются в рамках Постановления Кабинета Министров Республики Узбекистан «Об утверждении нормативно-правовых актов в области обращения с отходами» во исполнение Указа Президента Республики Узбекистан от 22 ноября 2018 года № УП-5580 «О мерах по кардинальному совершенствованию системы оплаты платежей за сбор и вывоз твёрдых бытовых отходов» [19, 20].

В республике установлены поточные линии по выпуску вторичных полиэфирных волокон (в основном, для нетканых материалов) из отходов мощностью до 110 тонн в сутки с поступлением ПЭТФ-компонентов с мусороперерабатывающих и сортировочных пунктов, которые организованы практически во всех крупных городах в придомовых и дворовых территориях.

Вторичные волокна ПЭТФ, получаемые на комбинатах в Узбекистане, обеспечивают не только потребности соответствующих производств (линолеумы, ковровины, геотекстиль, утеплители, наполнители и пр.), но и экспортируются, в частности, на производства в РФ, которые, в свою очередь, в силу успешно развивающихся проектов импортозамещения и технологического суверенитета, декларируют рост объёмов переработки первичного и вторичного ПЭТФ-сырья. Например, ООО «Термопол-Москва» в 2022 году сообщило об увеличении в связи с загрузкой 2-й новой линии в Московской области объёмов переработки в 2,5 раза. А среднегодовой рост в целом по сегменту в РФ оценивается не менее чем в 10% [3].

Российские компании всё активнее выходят на рынок Узбекистана. Так, в рамках участия в международной выставке «Иннопром. Центральная Азия», состоявшейся в Ташкенте в апреле 2022 года, и посещения производств республики «Термопол» (заводы нетканых материалов, г. Москва и Московская область) заявил о возможном увеличении числа проектов, реализуемых с узбекскими партнёрами:

«Главными задачами нового этапа взаимодействия с Узбекистаном является решение вопросов сырьевого обеспечения вторичными полиэфирными волокнами необходимого в РФ ассортимента и качества. Не менее важным стал вопрос ознакомления с активно внедряющимися на территории республики новыми технологиями переработки вторичного ПЭТФ-сырья. Мы обозначили точки роста по нашей ESG-линейке продуктов Холлофайбер® Экософт® из вторичного и переработанного сырья с такими крупными и динамично развивающимися компаниями сектора, как SanFa, TexInno, SNGroup и другими» [2].

Сотрудничество по вторичному ПЭТФ-сырью позволяет решить задачи в нескольких направлениях: экологические, экономические и социальные.

С экологической точки зрения полиэтилентерефталат (ПЭФТ) характеризуется относительно легкой и многократной переработкой. Переработанный ПЭФТ делится на две

категории: постиндустриальные и постпотребительские материалы. Приблизительно 75% промышленных текстильных отходов перерабатывается, тогда как бытовых отходов перерабатывается только около 10%. Основной вклад в бытовых состав отходов ПЭФТ вносят пластиковые бутылки. Переработка пластиковых бутылок во вторсырьё решает проблемы с загрязнением окружающей среды. Повторное использование 1 т ПЭФТ экономит до 5м<sup>3</sup> объема полигона для захоронения отходов и минимизирует выбросы CO<sub>2</sub> в атмосферу за счет снижения энергопотребления. К сожалению, в России сбор и переработка вторичного сырья пока находится на низком уровне и сотрудничество с Узбекистаном позволит развивать данное направление с обеих сторон [4].

С экономической точки зрения решается вопрос сырьевого обеспечения российских производств: во-первых, сложности и удорожание международной логистики приводят к тому, что наши производства вынуждены искать новые способы получения сырья. В рамках программы «Импортозамещения» и развития отечественного производства планируется наращивать как объем производства, так и объем потребления сырья, причём даже в инклюзивных нишах, например, в секторе адаптивной одежды и пр. [5].

Кроме того, цена на вторичный (рециклированный и полирециклированный) ПЭФТ достигает 70–80 % от стоимости первичного полимера [4], это позволяет снижать себестоимость производимых товаров, что несет и социальную функцию, поскольку покупательская способность населения, сокращается с 2014 года и потребитель нуждается в качественных, высокотехнологичных, но недорогих товарах [6].

Научно-прикладными задачами развития сотрудничества по данному направлению необходимо отметить работу над:

- продлением сроков службы полимерных материалов за счет их повторной (рециклинг) и многоразовой (полирециклинг [9]) переработки;
- создание материалов, склонных к самопроизвольному разложению в окружающей среде при захоронении после использования, либо, напротив, расширение применения полимеров, в частности, ПЭТФ-волокон, устойчивых к биодеструкции и многократной циклической переработке, о чём в отечественной и зарубежной науке систематически сообщается многие годы с прямыми призывами к производителям, учёным, бизнесу, государственным органам [7, 8].

Российские компании активно продвигают идеологию сотрудничества, выходят с конкретными инициативами по поставкам сырья в РФ из Узбекистана с демонстрацией широкого спектра внедрений, в свою очередь, актуальных для поставок в республику из РФ (например, не производимые на территории Узбекистана высокотехнологичные утеплители и наполнители Холлофайбер® для всех отраслей республиканской промышленности). Так, презентацию «Технический текстиль: аспекты межгосударственного и межотраслевого сотрудничества – инновации, внедрения, высокие технологии» увидели сотни узбекских отраслевых специалистов [2].

Важен вопрос исследовательской, научной и проектной (включая цифровые методики, математическое моделирование [18] создания и анализа волокнистых структур и самих волокон [10]), интеллектуальной коммуникации сторон и внедрений новых видов изделий с применением нетканых материалов. Весной с.г. Ташкентский институт текстильной и лёгкой промышленности, компания «Русские сезоны» (акселератор Seasons Tech) московский завод нетканых материалов «Термопол» подписали меморандум о сотрудничестве. Соглашение базируется на Договоре о стратегическом партнёрстве между Российской Федерацией и Республикой Узбекистан и предполагает реализацию сторонами-подписантами ряда задач, в числе которых: начало совместных бизнес-проектов, стартапов в рамках акселератора инновационных проектов в области лёгкой промышленности, проведение совместных исследований материалов на волокнистой основе, анализ мировых инноваций, обмен результатами научно-исследовательской деятельности, популяризация технического текстиля и нетканых материалов, стажировки, совместная работа с производителями волокон и нетканых материалов. Соглашение определено одной из стратегических договорённостей

салона инноваций «Иннопром» 2022 года. Значительное место в партнёрстве отводится именно ESG-технологиям, полирециклингу.

Стимулируя развитие интереса узбекских учёных и исследователей к полирециклингу, «Термопол» передал в научный фонд Национальной библиотеки Узбекистана им. Алишера Навои издания на русском языке, посвящённые техническому текстилю и нетканым материалам, композитам на волокнистой основе, а также научные публикации, выпущенные при поддержке компании [11].

В Ташкентском институте текстильной и лёгкой промышленности состоялся практикум, приуроченный к реализации соглашения между вузом и производством «Термопол», а также набора уже в этом году студентов на обучение по направлению «Производство изделий из нетканых материалов» с предметом «Безотходная технология производства текстильных материалов» [2].

Республика Узбекистан в сотрудничестве с компаниями РФ активно развивает тему технического текстиля, полирециклинга, формирует базу для подготовки специалистов, интенсивно инициирует научные и исследовательские программы с конкретной формулировкой задач и тем научных и практических двусторонних исследований и внедрений, привлекает зарубежных экспертов от индустрии. В библиотеку вуза ТИТЛП также были переданы книги на русском языке, посвящённые результатам исследований и внедрений нетканых материалов на волокнистой основе из первичного и вторичного сырья.

В Ташкенте был проведён первичный анализ архивной документации советского периода по теме химизации и синтетических волокон, в т.ч. в архивах Национальной библиотеки, в хранилище в Туроне, в вузовских фондах, национальном книжном каталоге, в фонде кафедры химической технологии высокомолекулярных соединений ТИТЛП, основанной Б.Э.Геллером. Обнаружены данные не только советского периода, но и актуальные зарубежные источники, хранимые в фонде уже более 100 лет, системно аккумулируемые тематическими новинками из США, Германии, Китая, Кореи, Японии и других стран.

Передовой опыт создания высокотехнологичных нетканых материалов из ПЭТФ-волокон особо важен сегодня для узбекских производителей, расширяющих поставки готовой продукции в Российскую Федерацию, на внутренний рынок и рынки соседних государств, особый интерес представили разработки компании «Термопол» для ТЭК, термоизоляционные материалы «Арктика/Сирия», композиты на волокнистой основе, пласты высоких плотностей (свыше 2000 г/кв. м), высокотехнологичные полотна с огнестойкими и дугостойкими свойствами [12], smart-textile, внедрения для адаптационной одежды (изделия для инвалидов [13]).

Экономические санкции за минувшие месяцы существенно активизировали взаимную активность партнёрства завода «Термопол» и компаний из Узбекистана. Причём активизация отмечается как со стороны поставщиков (например, ПЭ-волокон, компонентов, оборудования), так и со стороны потребителей. Особый интерес традиционно вызывают огнестойкие и дугостойкие материалы «Холлофайбер», арктические серии, коллекции повышенной плотности 2500–2650 г/м. кв. и т. д. («Карбо», «Софт НГ», «Термо», «Хард», «Профи» и другие в диапазоне плотностей от 70 до 300 г/м.кв.), а также инсайты производителей и разработчиков в области совершенствования свойств, smart-критериев [14, 15]).

Следует учесть, что в РФ также развивается полирециклинг и активизируется применение вторичного и переработанного полиэфирного сырья в высокотехнологичную продукцию. Так, компании «Нафта-Хим» (г.Клин), «Весь мир» (г.Подольск), С2 ГРУПП (г.Новосибирск), Втор-Ком» (г.Челябинск) и другие активно применяют не только узбекскую продукцию, но и внедряют собственные полные циклы, либо волокна российских компаний. Например, изменение конъюнктуры повлияло на практически полную загрузку проекта – «Воскресенск-Химволокно». Компания выпускает высококачественные вторичные ПЭ-волокна, но пока в небольших объёмах (суммарно до 24 тыс. тонн). Однако возрастающий

спрос на продукцию и повышение компетенций в области технологии ПЭТФ заставляют рассматривать варианты увеличения мощностей для внутреннего рынка. И в данном случае мощности и опыт российских компаний выступает триггером для данной партнёрской организации, предопределяя и стимулируя увеличение мощностей, совершенствование качества.

В ходе настоящего исследования также выявлены следующие проблемы (некоторые из них поднимаются в научной среде впервые), комплексное решение которых простимулирует развитие экономики обеих стран, расширит научно-технологическое партнёрство:

- активно развивающаяся подотрасль нуждается в многоаспектной оценке качественных характеристик вторичных ПЭТФ-волокон, лабораторных исследованиях, тестах, апробации в конечной продукции, модификации свойств, качеств, эксплуатационных характеристик;

- эффективный сбор ПЭТФ-отходов и практически 100%-я их переработка внутри республики, связанная с ростом потребления на внутреннем и внешних рынках, провоцирует дефицит вторичного сырья, его импортирование из соседних и близлежащих стран (Киргизии, Казахстана, Ирана, Туркмении и др.), даже флейков (flakes for fiber) из США (!);

- рост внедрения ПЭТФ-компонентов из вторичного и переработанного сырья в широкий спектр продукции бытового и специального назначения делает необходимым межгосударственную стандартизацию и сертификацию процессов производства и волокон различного назначения, в т.ч. smart-fibers, smart-textiles;

- процессы многократной переработки, полирециклинга, могут стать предпосылкой увеличения объёма попадания в окружающую среду компонентов так называемого «микропластика» [17], размеры которого, впрочем, в настоящее время не определены, не стандартизированы (прим.: единственным в РФ параметром текстильного микроволокна по ГОСТ служит 0,11 текс [16], что, однако не может быть отнесено к категории «микро» в соответствии с метрической системой СИ 10-6, либо медицинскими и/или биологическими категориями размерного анализа в микронах и ангстремах);

- развитие промышленности данного направления обнажает «кадровый вопрос», профессиональную подготовку, научно-исследовательскую работу в обеих странах;

- многообразие рынка нетканых материалов и способов из производства выявляет необходимость планирования и прогнозирования спроса как на первичное ПЭТФ-сырьё (в т.ч. модифицированное, легкоплавкое, с добавленными свойствами, композиционное и пр.), так и вторичное и переработанное сырьё производителей России и Узбекистана;

- кризисные ситуации с поставками ПЭТФ-компонентов на мировых рынках в период ограничений COVID-19 (2019-2021 гг.) и СВО: «Специальной военной операции» (с февраля 2022 года) предопределяют укрепление каналов межгосударственного взаимодействия по изложенной выше теме;

- растущая конкуренция (в первую очередь, со стороны Китая, Турции, Ирана, Вьетнама, Индии, Беларуси) заставляет оптимизировать все процессы сотрудничества по ПЭТФ-сырью между дружественными на протяжении тысячелетий странами: Россией и Узбекистаном.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Официальный сайт Президента России [Электронный ресурс]. – Электронн. текстовые данн. «Президент России» – 15.09.2022. – Режим доступа: <http://www.kremlin.ru/supplement/5839>
2. «РИА Мода» - отраслевое информационное агентство [Электронный ресурс]. – Электронн. текстовые данн. деловой информации в сфере легкой промышленности – 05.05.2022. – Режим доступа: <https://riamoda.ru/news/50070.html>
3. «ПЭТ на российском рынке: мало и дорого» [Электронный ресурс]. – Электронн. текстовые данн. glycols.ru о поставках этиленгликоля – 05.05.2022. – Режим доступа: <https://glycols.ru/2022/05/05/peht-v-rossii/?ysclid=l8ppcks5zi553177546>



4. Керницкий, В. И. Переработка отходов полиэтилентерефталата / В. И. Керницкий, Н. А. Жир // Твердые бытовые отходы. – 2015. – № 5(107). – С. 17-23. – EDN TTLXEX.
5. Зими́на М.В., Чагина Л.Л. К вопросу создания одежды для людей с ограниченными возможностями здоровья // Дизайн, технологии и инновации в текстильной и легкой промышленности" (ИННОВАЦИИ-2020) часть 2: сб. статей Междунар. науч.-техн. конф. / Москва, РГУ, 2020. - С. 116-119.
6. Бойко, А. Покупательная способность доходов россиян сократилась / Ведомости. – 2021. - 04 августа. С. 3.
7. Будникова, О.А. Утилизация полимерных материалов. Немецкий опыт и российская реальность / О.А. Будникова, Б.О. Будников // Packing International / ПАКЕТ. – № 5. – 2005.
8. Вольфсон, В.А. Вторичная переработка полимеров / В.А. Вольфсон // Высокомолек. соед. – Т. 42. – № 11. – С. 2000.
9. Иванов, В. Полирециклинг представляет для нас большой интерес. [Электронный ресурс]. – Электронн. текстовые данн. о поддержке лёгкой промышленности. – 18.09.2021. – Режим доступа: <https://www.ruslegprom.ru/novosti/intervyu/vladislav-ivanov-polireczikling-predstavlyaet-dlya-nas-bolshoj-interes/?ysclid=18psvd9jog877922533>
10. Мезенцева Е.В. Перспективные подходы к повышению термоизоляционных свойств одежды: «следующие шаги», технологии, инновации / Е.В. Мезенцева, В.В. Иванов, В.Ю. Мишаков. // тез. докл. XXI международного научно-практического форума «Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоемкие технологии и материалы (SMARTEX-2018)»: матер.форума, 26-28 сентября 2018 года. – Иваново: ИВГПУ, 2018. – Ч.2. – С.82-87.
11. «РИА Moda» - отраслевое информационное агентство [Электронный ресурс]. – Электронн. текстовые данн. деловой информации в сфере легкой промышленности. - «Термопол» передал научные издания в дар Национальной библиотеке Узбекистана. - 23.05.2022. – Режим доступа: <https://riamoda.ru/news/50222.html>
12. Мезенцева Е.В., Махов С.А., Назарцев А.А., Гонтарь В.А., Иванов В.В.: Нетканый теплоизоляционный огнестойкий дугостойкий материал // Патент № 2702642. Заявка № 2019110895 от 11.04.19; опубл. 09.10.2019.
13. Зими́на, М. В. Оценка паропроницаемости систем материалов для адаптивной одежды людей с ограниченными двигательными возможностями / М. В. Зими́на, Л. Л. Чагина, В. В. Иванов // Технологии и качество. – 2022. – № 2(56). – С. 16-23. – DOI 10.34216/2587-6147-2022-2-56-16-23. – EDN MСJDHO.
14. Мезенцева, Е.В. Современные технологические подходы к повышению теплоизоляционных свойств утепленной одежды / Е.В. Мезенцева, В.В. Иванов, В. Ю. Мишаков // тез. докл. международной научно-технической конференции «Дизайн, технологии и инновации в текстильной и легкой промышленности (ИННОВАЦИИ-2018)»: сборник материалов. Часть 2. – М.: ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина», 2018. – 160-164 с.
15. Мезенцева Е.В., Мишаков В.Ю., Махов С.А., Назарцев А.А., Гонтарь В.А., Иванов В.В. Нетканый теплоизоляционный материал с эффектом термогенерации // Патент № 2690573. Заявка № 2018134592 от 02.10.18; опубл. 04.06.19.
16. Мезенцева, Е. В. Исследование структуры и свойств нетканых объемных материалов в зависимости от содержания полиэфирных микроволокон / Е. В. Мезенцева, В. В. Иванов, В. Ю. Мишаков // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. – 2019. – № 5(383). – С. 54-60. – EDN ZSCIYJ.
17. Toxic Effects of Microplastics on Culture Scenedesmus quadricauda: Interactions between Microplastics and Algae / А. М. Lazareva, V. I. Ipatova, O. V. Il'ina [et al.] // Moscow University Biological Sciences Bulletin. – 2021. – Vol. 76. – No 4. – P. 202-209. – DOI 10.3103/S0096392521040076. – EDN OJYGHО.
18. Математические аспекты обработки инфракрасных изображений нетканых материалов / Е. В. Грибова, В. В. Иванов, А. Н. Новиков, Ю. С. Шустов // Актуальные проблемы экспертизы, технического регулирования и подтверждения соответствия продукции

текстильной и легкой промышленности : Сборник научных трудов по материалам 2-го Круглого стола с международным участием, Москва, 26 ноября 2021 года. – Москва: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)", 2022. – С. 20-25. – EDN YINQIW.

19. Указ Президента Республики Узбекистан от 22 ноября 2018 года № УП-5580 «О мерах по кардинальному совершенствованию системы оплаты платежей за сбор и вывоз твёрдых бытовых отходов» <https://lex.uz/docs/4072863?ONDATE=17.03.2021>.

20. Постановления Кабинета Министров Республики Узбекистан от 6 февраля 2019 года № ПКМ-96 «Об утверждении нормативно-правовых актов в области обращения с отходами» <https://lex.uz/docs/4191469?ONDATE=23.11.2021>

## ТЕКУЩЕЕ СОСТОЯНИЕ ЛЬНЯНОГО КОМПЛЕКСА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

### CURRENT STATE OF THE LINEN COMPLEX RUSSIAN FEDERATION

А.И. РЫЖОВ

A.I. Ryzhov

Агентство по производству и первичной обработке льна и конопли «Лен»

Agency for the production and primary processing of flax and hemp "Len"

E-mail: flax013@mail.ru

**В статье проанализирована динамика развития льняной промышленности в Российской Федерации. Рассмотрены меры государственной поддержки льняного комплекса в виде компенсирующей и стимулирующей субсидии. Указаны селекционные достижения в области льноводства. Сформулированы три основных проблемы развития льняного комплекса.**

**Ключевые слова:** льноволокна, льноводство, льняная промышленность, льняной комплекс

**The article analyzes the dynamics of the development of the flax industry in the Russian Federation. Measures of state support for the flax complex in the form of compensatory and incentive subsidies are considered. Breeding achievements in the field of flax growing are indicated. Three main problems of the development of the flax complex are formulated.**

**Key words:** flax fiber, flax growing, flax industry, flax complex

Лен является одним из основных источников отечественного натурального волокнистого сырья, обладающего уникальными свойствами, что позволяет использовать его не только в текстильной и легкой промышленности, но и других высокотехнологичных секторах экономики. В настоящее время ежегодное мировое производство и потребление льна составляет чуть менее одного процента от всех видов волокон и более двух процентов от натуральных волокон.

Льняная промышленность относится к текстильной индустрии. На сегодняшний день в России объем выпускаемых льняных тканей меньше, чем хлопчатобумажных. Однако во всем мире производство изо льна стремительно наращивает обороты. Компании, занятые в данной отрасли, занимаются выпуском ткани, нетканых полотен, веревок, шпагата, медицинских расходных материалов (например, бинты, марлевые салфетки). За последние 5 лет производство льняных и полульняных тканей сократилось почти в 4 раза с 24,7 млн. кв. м в 2018 г. до 6,3 млн. кв. м в 2021 г. Причиной стремительного снижения объемов производства льняной продукции текстильной промышленности является падение внутреннего потребительского спроса и падение от экспорта в результате вступления Китая в ВТО и вытеснения России с мирового рынка льняной продукции.

Отечественные сельхозтоваропроизводители в текущем году приложили все усилия для проведения просеивной кампании и достигли высоких показателей по посевной площади льна-долгунца. Посевная площадь льна-долгунца в 2022 году составила 35,05 тыс. га. Прогнозный валовый сбор льноволокна – 36,9 тыс. тонн.

В настоящее время в Российской Федерации действуют 62 льнозавода.

По результатам 2021 года было заготовлено 78,8 тыс. тонн льнотресты со средним номером №0,95. Выработано 13,8 тыс. тонн льноволокна, в т.ч. длинного 1,9 тыс. тонн при среднем номере №9,8, короткого – 11,9 тыс. тонн при среднем номере №2,6. Количество регионов, производящих длинное льноволокно – 10.

По данным Федеральной таможенной службы Российской Федерации экспорт льноволокна за первое полугодие 2022 года составил 0,977 тыс. тонн (1406,73 тыс. долл. США). Основной экспортер льноволокна – Китай с объемом 670,14 тонны (917,46 тыс. долл.

США). Импорт льноволокна за этот же период составил 0,84 тыс. тонн (792,76 тыс. долл. США). Основным импортером является Республика Беларусь – 832,78 тонны (750,5 тыс. долл. США).

На сегодня, в связи с COVID-19 и закрытием границ, экспорт льноволокна падает. По данным органов управления АПК регионов общие остатки льноволокна на складах предприятий за первое полугодие 2022 года составляют около 1163,7 тонн, из них 199,6 тонн длинного волокна и 964,1 тонн короткого льноволокна.

Минсельхозом России разработан комплекс мер государственной поддержки развития льняного комплекса, направленный на поддержку элитного семеноводства, техническую и технологическую модернизацию производства льна и конопли, строительство и реконструкцию предприятий по первичной и глубокой переработке льна и конопли, стимулирование производства высококачественного льноволокна и пеньковолокна для обеспечения потребности предприятий легкой промышленности.

С 2019 года реформированы меры государственной поддержки в виде компенсирующей и стимулирующей субсидии, при этом доля возмещения затрат определяются высшим исполнительным органом государственной власти субъекта Российской Федерации.

**Компенсирующая субсидия** предоставляется по следующему направлению: на финансовое обеспечение (возмещение) части затрат на проведение агротехнологических работ - по ставке на 1 гектар посевной площади, занятой льном-долгунцом и технической конопли, сельскохозяйственным товаропроизводителям, осуществляющим производство льно- и (или) пеньковолокна и (или) тресты льняной и (или) тресты конопляной.

**Стимулирующая субсидия** предоставляется по следующему направлению: на финансовое обеспечение (возмещение) части затрат на софинансирование мероприятий региональных программ, направленных на обеспечение прироста сельскохозяйственной продукции собственного производства в рамках приоритетных подотраслей агропромышленного комплекса по ставке на 1 гектар, и (или) 1 тонну сельскохозяйственным товаропроизводителям, за исключением граждан, ведущих личное подсобное хозяйство, и сельскохозяйственных кредитных потребительских кооперативов, а также организациям и индивидуальным предпринимателям, осуществляющим производство, первичную и (или) последующую (промышленную) переработку сельскохозяйственной продукции.

Кроме того, осуществляется возмещение части прямых понесенных затрат на создание и (или) модернизацию объектов агропромышленного комплекса (в размере 25% от фактической стоимости объекта агропромышленного комплекса).

В рамках Постановления Правительства Российской Федерации № 1432 внесена в Перечень сельскохозяйственной техники специализированная техника и оборудование для льноводства со скидкой в размере 15-20 процентов от цены производителя.

В настоящее время в Российской Федерации действуют три основным предприятия – изготовители специализированной техники для уборки льна-долгунца: ООО ИПФ «ТексИнж» (г. Иваново); Омский экспериментальный завод (г. Омск); UNION – VM (г. Вязьма).

Оборудование для первичной и глубокой переработки льна-долгунца выпускают предприятия: ОАО «Завод им. Г.К. Королева» (г. Иваново) и ООО «ТексИнж» (г. Иваново).

Льняной комплекс Российской Федерации представлен 183 сельхозтоваропроизводителями, выращивающими и перерабатывающими лен-долгунец в т. ч. 62 льнозаводами с общим объемом производства льноволокна более 50,0 тыс. тонн в год.

Анализ потенциальных мощностей по производству льноволокна в Российской Федерации показал, что их загруженность составляет менее 40%, а 42 льнозавода требуют модернизации.

В Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию внесено 66 сортов льна-долгунца (из них 56 сорт отечественной селекции).

Анализ сортовых посевов льна-долгунца показал, что в общем объеме семян доля импортных составляет более 25% (Беларусия – сорт Грант, Нидерланды – сорт Мерилин).

За последние 3 года Российскими учеными созданы 4 новых сорта льна-долгунца: Атлант, Факел, Полет, Томич-2, устойчивых к заболеваниям и полеганию.

Предложения необходимо строительство нескольких селекционно-семеноводческих центров для обеспечения качественными семенами льнопроизводителей.

На сегодняшний день сформировались три основных проблемы развития льноводства:

1. Износ материально-технической базы;

*(изношенность техники и оборудования составляет более 60%)*

- участие сельхозтоваропроизводителей в системе РосАгролизинга, пролонгация льготных краткосрочных и инвестиционных кредитов до 12 лет. Отсутствие залоговой базы не позволяет льноперерабатывающим предприятиям воспользоваться инструментами льготного кредитования и привлечь инвесторов – необходимы гарантии регионов.

2. Низкий технологический уровень: применение научно-обоснованных технологий выращивания, переработки льна; современных средств защиты растений; новых высоковолокнистых, районированных сортов льна.

3. Сбыт продукции:

- увеличение объемов закупки льноволокна предприятиями Минпромторга России. Участие льноперерабатывающих предприятий в Федеральном проекте «Экспорт продукции АПК». Формирование Госзаказа на льноволокно.

В рамках реализации Госпрограммы предусмотрено увеличение валового сбора льноволокна к 2025 году до 52,6 тыс. тонн. Общий объем производства льноволокна к 2025 году составит более 42,0 тыс. тонн, при этом производство длинного льноволокна составит 16,8 тыс. тонн ср. номера 10,6, что полностью перекроет потребности текстильной промышленности Российской Федерации. Все льноводство всегда было ориентированно на легкую промышленность.

## ПРИМЕНЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ЗАВИСИМОСТЕЙ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ АНАЛИТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ НЕТКАНЫХ МАТЕРИАЛОВ

### APPLICATION OF MATHEMATICAL DEPENDENCIES IN ANALYTICAL STUDIES OF NONWOVENS

Ю.М. Трещалин  
Yu.M. Treschalin

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова  
Lomonosov Moscow State University  
e-mail: antropog@yandex.ru

В статье рассматривается возможность использования некоторых математических зависимостей для анализа различных процессов, связанных с целевым применением нетканых материалов. Полагая, что нетканые полотна представляют собой сплошную среду, имеющую волокнистое строение и пористую структуру, в качестве определяющих параметров при проведении исследований предлагаются объемная плотность и пористость.

Ключевые слова: нетканый материал, сплошная среда, пористость, плотность, волокно, условный модуль упругости, эффективный коэффициент теплопроводности.

The article considers the possibility of using some mathematical dependencies to analyze various processes associated with the targeted use of nonwovens. Assuming that nonwoven fabrics are a continuous medium having a fibrous structure and a porous structure, volumetric density and porosity are proposed as determining parameters during research.

Keywords: nonwoven fabric, continuous medium, porosity, density, fiber, conditional modulus of elasticity, effective coefficient of thermal conductivity.

Разработка нетканых материалов в настоящее время является одним из наиболее перспективных исследовательских и промышленных направлений, что во многом обеспечивается новизной применяемых технологий, позволяющих создавать высокотехнологичный разноплановый продукт, востребованный всеми сферами жизнедеятельности общества.

По сути, нетканый материал и представляет собой волокнистую массу, которая для придания повышенных прочностных характеристик, дополнительно скрепляется различными способами: иглопробиванием, каландрированием, скреплением за счет воздействия водяных и воздушных струй, склеиванием и т.д.

Анализируя результаты многочисленных и разносторонних экспериментальных исследований различных процессов, обращает на себя внимание принципиальное сходство графиков зависимостей изучаемых показателей нетканых полотен. Так, например, стабилизация напряженно-деформированного состояния материалов при релаксации, первоначальное резкое возрастание и последующее постепенное снижение температуры связующего вследствие его полимеризации, изменение высоты самопроизвольного подъема жидкости в поровом пространстве описываются уравнением вида:

$$G(x) = f \cdot \frac{\alpha+x}{\alpha+x^2} - f, \quad (1)$$

где:  $\alpha$ ,  $f$  – коэффициенты пропорциональности.

Обоснованием целесообразности выбора приведенного уравнения для проведения теоретических исследований свойств волокнистых материалов, является:

- наличие единственного экстремума  $x^*$ , позволяющего выявить максимальное значение  $G(x^*)$ ;
- $G(x) > 0$ ;  $G(x=0) = G(x=1) = 0$ ;  $\frac{dG(x^*)}{dx^*} = 0$ ;



- наличие и непрерывность второй производной  $\frac{d^2G(x)}{dx^2}$  на интервале  $0 \leq x \leq 1$ .

Из необходимого условия существования экстремума функции определяется точка  $x^*$ :

$$x_{1,2}^* = -\alpha \pm \alpha \cdot \sqrt{1 + \frac{1}{\alpha}}, \quad (2)$$

Значение функции в точке экстремума равно:  $G(x^*) = \frac{f \cdot \sqrt{1 + \frac{1}{\alpha}} - 1}{2}$ .

График функции  $G(x)$  представлен на рисунке 1.

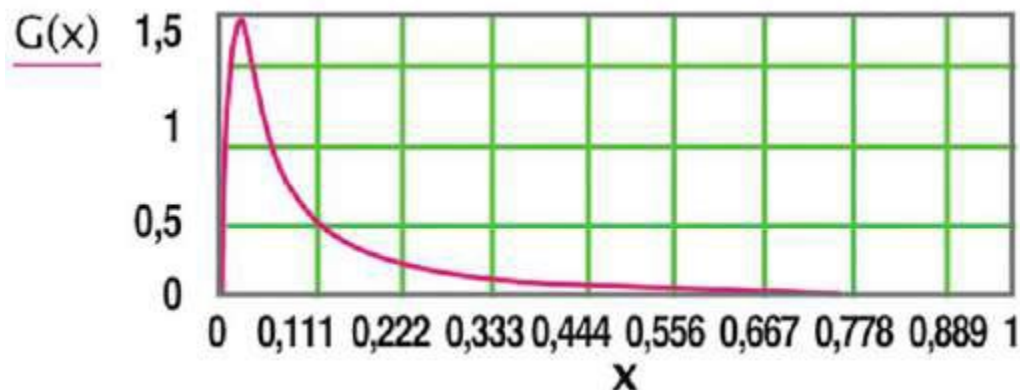


Рис. 1. График функции  $G(x)$

Другой вариант математического выражения, характеризующего процессы, при изучении которых возможно численно задать начальные и граничные условия, является степенная функция:

$$Y(x) = K \cdot x^n + C, \quad (3)$$

где:  $K, C$  – постоянные коэффициенты;

$n$  – показатель нелинейности функции.

Уравнения такого вида применимо при аналитическом исследовании условного модуля упругости и эффективного коэффициента теплопроводности в зависимости от пористости или объемной плотности волокнистых материалов.

В качестве примера можно привести подход, принятый при вычислении условного модуля упругости нетканых полотен [1, 2]:

$$E(\xi) = K \cdot \xi^n + C, \quad (4)$$

где:  $E(\xi)$  – условный модуль упругости, Па;

$\xi$  – пористость нетканого полотна.

Граничные условия формулируются следующим образом: в диапазоне изменения  $0 \leq \xi \leq 1$  значение  $\xi = 0$  соответствует величине  $E(\xi) = E(\xi)_{\max}$  и  $\xi = 1$  имеет место в случае  $E(\xi) = E(\xi)_{\min}$  (рис. 2).

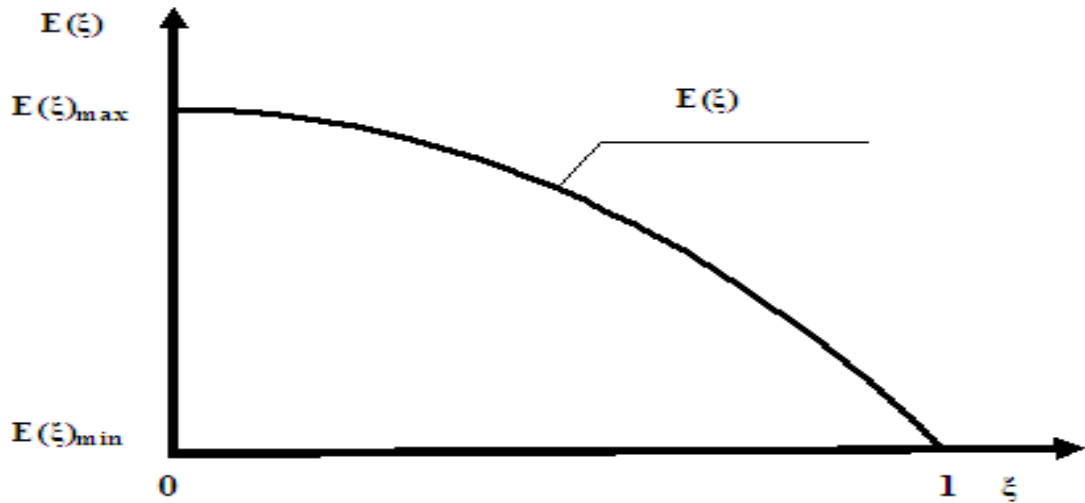


Рис. 2 – Общий вид зависимости условного модуля упругости от пористости нетканого полотна

Значение коэффициентов определяются исходя из граничных условий:

- при  $\xi = 0$ :  $C = E(\xi)_{\max}$ ;

- при  $\xi = 1$ :  $C + K = E(\xi)_{\min}$  или  $K = E(\xi)_{\min} - E(\xi)_{\max}$ .

Применительно к нетканым полотнам  $E(\xi=1)_{\min} = 0$ , а  $E(\xi=0)_{\max}$  будет равен модулю упругости полимера, из которого изготовлено волокно (монопнить)  $E_B$ . Тогда:

$$E_{HM} = -E_B \cdot \xi^{n_{HM}} + E_B = E_B \cdot (1 - \xi^{n_{HM}}). \quad (5)$$

Отсюда:

$$n_{HM} = \frac{\ln(1 - \frac{E_{HM}}{E_B})}{\ln(\xi)} \quad (6)$$

где:  $E_{HM}$ ,  $E_B$  - условный модуль упругости нетканого полотна и модуль упругости полимера, из которого изготовлено волокно (монопнить), соответственно, Па.

Подобным образом производится анализ процесса теплопроводности нетканого материала. Зависимость эффективного коэффициента теплопроводности от пористости можно представить в виде:

$$\lambda_{\text{эф}}(\xi) = M \cdot \xi^N + Z, \quad (7)$$

где:  $\lambda_{\text{эф}}(\xi)$  – эффективный коэффициент теплопроводности, Вт / (м·К);

$M$ ,  $Z$  – постоянные коэффициенты;

$N$  – показатель нелинейности функции.

Предельные значения  $\lambda_{\text{эф}}(\xi)$  определяются из граничных условий:

$$\lambda_{\text{эф}}(\xi) = \lambda_B \text{ при } \xi = 0; \quad \lambda_{\text{эф}}(\xi) = \lambda_{\text{воз}} \text{ при } \xi = 1, \quad (8)$$

где:  $\lambda_B$  – коэффициент теплопроводности полимера, из которого изготовлено волокно (монопнить), Вт/(м·К);

$\lambda_{\text{воз}} = 0,02442$  – коэффициент теплопроводности воздуха, Вт/(м·К);

С учетом принятых граничных условий, постоянные коэффициенты  $M$  и  $Z$  будут равны:

$$Z + M = \lambda_{\text{воз}} \text{ при } \xi = 1; \quad Z = \lambda_B \text{ при } \xi = 0. \quad (9)$$

Тогда:

$$\lambda_{\text{эф}}(\xi) = (\lambda_{\text{воз}} - \lambda_B) \cdot \xi^N + \lambda_B \text{ или } \xi^N = \frac{\lambda_{\text{эф}}(\xi) - \lambda_B}{\lambda_{\text{воз}} - \lambda_B}. \quad (10)$$

Отсюда показатель нелинейности:

$$N = \frac{\ln(\frac{\lambda_{\text{эф}}(\xi) - \lambda_B}{\lambda_{\text{воз}} - \lambda_B})}{\ln(\xi)}. \quad (11)$$

При изучении волокнистых пористых материалов целесообразно использовать термин «эффективный коэффициент теплопроводности», который более точно отражает физический смысл распространения тепла в сплошных средах, имеющих капиллярно-пористую или

пористую структуру, и количественно определяет сложный теплообмен, состоящий из молекулярного теплопереноса в структурных элементах, молекулярного и конвективного теплообмена между частицами среды, находящейся в порах материала и незначительного количества тепла, переносимого излучением. Это принципиальное отличие от коэффициента теплопроводности, характеризующего, в соответствии с законом Фурье, только молекулярный перенос тепловой энергии в металлах, жидкости, волокнах и т.д., т.е. в веществах, где отсутствуют поры и иные, кроме молекулярного, носители тепла.

В общем случае необходимо, чтобы выбранная математическая функция адекватно отображала особенности физической сущности исследуемых процессов и, в большинстве своем, имела единственный экстремум, позволяющий выявить оптимальное значение функции, а также непрерывную вторую производную на интересующем интервале изменения аргумента. При решении каждой задачи принимаются граничные условия, соответствующие максимальному и минимальному изменению исследуемых характеристик нетканых материалов в конкретном процессе.

Отдельный аспект системно-аналитического подхода к проектированию нетканых полотен и прогнозированию характеристик таких изделий связан с точностью проведения расчетов. При математическом моделировании достаточно оценить относительную и абсолютную погрешности вычислений по отношению к имеющимся фактическим данным. Поэтому оптимальный вариант - воспользоваться рекомендациями, изложенными в Федеральном законе от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании», в соответствии с которыми среднеквадратическое отклонение расчетной величины находится в пределах 8 - 10% от среднего значения или по отношению к экспериментальным данным, что вполне приемлемо при технических расчетах.

Следует отметить весьма важный момент, связанный с выбором определяющих параметров материала.

Как и любой продукт, созданный человеком, текстильный материал должен иметь целевое назначение, выполняя запланированные функции. Если нетканый материал предполагается использовать для теплоизоляции, он должен быть максимально пористым, что позволит уменьшить интенсивность теплообмена, и состоять из волокон, наименее реагирующих на избыточную влажность, светопогоду, экстремально низкие или высокие значения температуры окружающей среды.

Применение нетканого полотна в качестве геотекстильной прослойки в дорожной насыпи требует оптимального сочетания объемной плотности и волокнистого состава, что позволит иметь достаточную механическую прочность и эффективно отводить грунтовые и дождевые воды, способствуя длительному функционированию автомагистралей. В этом случае структурные элементы должны выбираться, в том числе, и с учетом стойкости к агрессивным средам.

При создании гидро-, тепло-звукоизоляционных панелей из композитов на нетканой основе большое значение имеет способность самопроизвольного впитывания связующего, что связано с пропиткой только поверхностных слоев материала, а внутренний волокнистый объем имеет прежнюю пористость и выполняет соответствующую функцию – тепло или звукоизоляция. Здесь определяющим фактором является пористость нетканого полотна, а также адгезионные и прочностные свойства волокон по отношению к применяемому связующему.

Кроме того, при проектировании нетканых материалов необходимо учитывать физико-механические и геометрические показатели волокнистого состава. С позиции структуры, величина пористости и, как следствие, объемной плотности нетканого полотна во многом зависит от линейных размеров волокон (мононитей). Как правило, длина волокна и тем более мононити, существенно превышает его диаметр. При укладке волокон в холст, следует в качестве определяющего принимать их диаметр, т.к. помимо заданной поверхностной плотности, от величины диаметра будет зависеть размеры отдельных пустот внутри материала.

С точки зрения анализа свойств, а также перспективной эксплуатации нетканых материалов, наиболее информативными являются объемная плотность или пористость. Причем, под пористостью следует понимать не совокупность отдельных пустот, замкнутых или соединенных между собой, а макрообъем вещества (например, воздуха), в котором находится большее или меньшее количество волокон (мононитей), расположенных регулярно или хаотически. Полагая, что нетканые материалы представляют собой сплошную среду, имеющую волокнистое строение и пористую структуру, прогнозировать характер зависимости интересующих характеристик от основных параметров, как, например, плотность, пористость и показатели волокнистого состава, не представляет особых сложностей.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Трещалин Ю.М. Анализ структуры и свойств нетканых материалов. М.: Издательство «БОС», 2016, 192 с.
2. Трещалин Ю.М. Системно-аналитический подход к исследованию волокнистых материалов. — М.: Изд-во «БОС», 2018. — 76 с.

## МЕТОДОЛОГИЯ АНАЛИТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ НЕТКАНЫХ МАТЕРИАЛОВ

### METHODOLOGY OF ANALYTICAL STUDIES OF NONWOVENS

Ю.М. Трещалин, М.Ю. Трещалин  
Yu.M. Treschalin, M.Yu. Treschalin

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова  
Lomonosov Moscow State University  
e-mail: antropog@yandex.ru, mtreschalin@mail.ru

**Ориентируясь на различные способы холстоформирования, в статье изложены преимущества системно-аналитического подхода при исследовании свойств и параметров нетканых материалов. Дается обоснования целесообразности применения для прогнозирования характеристик материала комплексных показателей или критериев, составленных из сочетания физических величин, определяющих природу рассматриваемых процессов применительно к особенностям конкретной пористой среды.**

**Ключевые слова:** холстоформирование, нетканый материал, методология, системно-аналитический подход, свойства, критерии, моделирование.

**Focusing on various methods of canvas forming, the article describes the advantages of a system-analytical approach in the study of the properties and parameters of nonwovens. Justifications are given for the expediency of using complex indicators or criteria made up of a combination of physical quantities that determine the nature of the processes under consideration in relation to the characteristics of a particular porous medium to predict the characteristics of the material.**

**Keywords:** canvas forming, nonwoven fabric, methodology, system-analytical approach, properties, criteria, modeling.

Современное производство нетканых материалов и, в частности, стадия холстообразования, в основном, ориентировано на хаотическое спутывание между собой волокон или мононитей.

Анализ способов изготовления нетканых материалов позволяет произвести укрупненную классификацию по основному фактору, по сути, определяющему прочностные свойства – это взаимозацепление структурных элементов, которое обеспечивается механическим, термическим или химическим (латексным) скреплением.

В общем случае создание волокнистого холста определяется исходным сырьем, холстоформованием и перспективными условиями эксплуатации. В настоящее время применяются следующие типы: сухое и влажное холстоформование, аэродинамическое и формование из расплава гранулята полимеров, в основном, полиэфира и полипропилена.

Наиболее популярно сухое холстоформование, позволяющее использовать технологии термоскрепления, иглопробивания, спутывания волокон (спанлейс) и их химическое соединение (как правило, латексное скрепление). При таком холстоформовании достигается параллельное, перекрестное или хаотическое расположение волокон.

В процессе влажного формования холста волокна диспергируются в воде и затем помещаются на специальную перфорированную мембрану для отжима. В результате получают однородные, почти идеально изотропные структуры, что позволяет использовать различные технологии дальнейшего скрепления полотна.

При аэродинамическом холстоформовании воздушно-волокнистая смесь подается на движущуюся перфорированную транспортерную ленту, на которой образуется холст заданной плотности.

Технология «спанлейс» заключается в спутывании свободно располагающихся волокон на перфорированной ленте за счет воздействия на холст струями воды под высоким давлением

[1,2]. Преимуществом «спанлейс» являются достаточно высокая прочность, хорошее влагопоглощение и мягкость полотна. По такой технологии изготавливаются материалы, широко применяемые в медицине: одежда для хирургов, изделия для операционной, губки, повязки и медицинские обтирочные материалы, сухие салфетки.

Способ «айэрлэйд» аналогичен «спанлейс», с той разницей, что скрепление холста осуществляется струями горячего воздуха. Получаемые нетканые материалы обладают не высокими физико-механическими свойствами, но очень мягкие и приятные при использовании.

Химическое скрепление холста производится с использованием в качестве связующего вещества водных дисперсий полимеров (синтетические и натуральные латексы).

Ведущие позиции в мировой практике изготовления нетканых полотен занимают технологии «спанбонд», «мелтблаун» и электропрядение, использующие процесс формования холста из расплава полимера [3, 4].

В настоящее время, производство фильтрных нетканых материалов типа «спанбонд» идет по пути получения бикомпонентных материалов (элементарные волокна получают соэкструзией из двух или более полимеров), сочетающих в себе свойства исходных полимеров [5, 6]. Так, например, широкую известность получили материалы СМС («спанбонд» — «мелтблаун» — «спанбонд»).

Технология «мелтблаун» подразумевает формирование волокон путем раздува расплавленного полимера (фильтрно-раздувная технология) горячим воздухом непосредственно на раскладочный транспортерный стол.

Исследование нетканых материалов, изготовленных различными способами и имеющих разный волокнистый состав, показало, что расположение, взаимозацепление и количество волокон в произвольно выбранных макрообъемах образцов существенно различно. Поэтому выбор подхода и обоснование тех или иных теоретических методов прогнозирования характеристик нетканых полотен в большей степени определяется визуальным изучением их микроструктуры.

Применение методов статистического осреднения для анализа свойств таких изделий, так или иначе, приводит к заданию определенной математической модели, что в принципе не целесообразно при проектировании нетканых полотен с неориентированным расположении волокон (мононитей). Между тем, например, очевидно, что именно статистические «выбросы» или пустоты в структуре материала приводят к образованию областей начального разрушения, что видно на приведенной ниже фотографии (рисунок 1).



Рис. 1. Элемент структуры нетканого материала «Холлофайбер»

При этом определить явно выраженные контуры отдельных пустот или распределении пор по размерам весьма затруднительно. Даже если и можно было бы выделить отдельную пору, судить о ее размере крайне сложно в связи с отсутствием системы в укладке волокон.

Более точным подходом к расчету показателей волокнистых изделий является использование так называемого «представительского объема» с вероятностными характеристиками его строения. Однако в этом случае необходимо наличие качественной геометрической модели. На сегодняшний день такая модель пока не создана, как нет и закономерностей расположения структурных элементов по всему объему нетканых материалов. Поэтому такой подход трудно реализуем.

Наиболее перспективной представляется методология применения системно-аналитического подхода к исследованию волокнистых сред. При этом нетканые полотна рассматриваются как сплошная среда, имеющая волокнистое строение и пористую структуру с осредненными характеристиками, что связано с однородностью их свойств и непрерывностью распределения волокон по всему объему. Концепция сплошности по отношению к нетканым материалам имеет следующее экспериментальное подтверждение:

- различные по сырьевому составу и способу производства нетканые полотна обладают изотропными свойствами;
- структурные элементы (волокна или мононити), идентичны по своим характеристикам;
- распределение структурных элементов в нетканом материале непрерывно в любом, произвольно взятом макрообъеме;
- количество структурных элементов настолько велико, что нетканый материал можно рассматривать как среду, заполняющую заданный (выбранный) объем пространства непрерывным образом.

Кроме того, в связи с отсутствием в структуре материалов капилляров, в классическом их понимании как полых трубки, следует считать нетканые полотна не капиллярно-пористой, а именно пористой средой.

Учитывая особенности строения нетканых изделий, системно-аналитический подход способствует выявлению качественного и количественного характера взаимосвязи параметров, что позволяет применить математические методы с использованием функций, адекватно отображающих физическую сущность протекающих процессов.

Необходимо отметить, что при изучении течения жидкости или распространения тепла в пористых средах, выделить влияние какого-либо отдельного фактора, как определяющего параметра, практически невозможно или это приведет к потере необходимой точности расчетов. Следовательно, целесообразно рассматривать природу исследуемого процесса, параметры материалов и особенности технологии их изготовления совместно, формируя комплексные показатели или критерии, составленные из сочетания размерных физических величин. Преимуществом анализа систем при помощи критериальных зависимостей является не только численная оценка показателей готовых изделий, но и возможность проектирования и изготовления волокнистых структур с заранее заданными свойствами.

Разработку критериев, определяющих количественные закономерности, характеризующие те или иные физические процессы, следует осуществлять, используя результаты экспериментальных и теоретических исследований, что позволяет:

- получить высокую степень достоверности численных значений;
- изучить взаимосвязь величин, представляющих наибольший практический интерес;
- провести системный анализ влияния на исследуемые процессы физических, структурных и технологических параметров нетканых полотен для выработки критериальных уравнений.

Использование системно-аналитического подхода дает возможность прогнозировать параметры строения и свойства нетканых полотен посредством математического

моделирования с учетом разнообразия волокнистого состава, способа изготовления и условий перспективной эксплуатации материала.

Основные сложности при моделировании различных физических явлений в многокомпонентных системах заключаются в различии структурно-механических свойств и условий эксплуатации волокнистых пористых сред. Однако несмотря на то, что теоретические исследования проводятся с определенными приближениями, дальнейшее развитие аналитических методов расчета характеристик текстильных материалов позволит сократить затраты на проведение длительных, трудоемких и дорогостоящих экспериментов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Спанлейс: последние достижения. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.polymer.ru/blog.php>.
2. Тонких И.А. Разработка технологии нетканых утеплителей гидродинамическим способом. Дис. ... канд. техн. наук: 05.19.03 / И.А. Тонких. — М., 1997. — 154 с.
3. Технология Мелтблаун [Электронный ресурс]. ООО «Бастион»: офиц. сайт. — Режим доступа: <http://meltblown.ru>
4. Возможности электропрядения. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: [https://www.polymer.ru/letter.php?n\\_id=5339&cat\\_id=3\\_\\_](https://www.polymer.ru/letter.php?n_id=5339&cat_id=3__)
5. Спанбонд — технологии производства нетканого материала [Электронный ресурс]. — Режим доступа: [legport.ru/tech/spanbond\\_\\_tehnologii\\_proizvodstva](http://legport.ru/tech/spanbond__tehnologii_proizvodstva)
6. Материал спанбонд: нетканое полотно из полимера. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://textiletrend.ru/netkanyie/sinteticheskie/material-spanbond.html>



**МОЛЕКУЛЯРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТРИБОТЕХНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ  
ВОДНЫХ РАСТВОРОВ НЕИОНОГЕННЫХ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ  
ВЕЩЕСТВ**

**MOLECULAR MODELING OF TRIBOTECHNICAL PROPERTIES OF AQUEOUS  
SOLUTIONS OF NONIONIC SURFACTANTS**

О.В. Блинов<sup>1</sup>, В.Б. Кузнецов<sup>1</sup>, Е.Н. Калинин<sup>1</sup>, В.А. Годлевский<sup>2</sup>, С.А. Нефедов<sup>2</sup>  
O.V. Blinov<sup>1</sup>, V.B. Kuznetsov<sup>1</sup>, E.N. Kalinin<sup>1</sup>, V.A. Godlevskiy<sup>2</sup>, S.A. Nefedov<sup>2</sup>

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

<sup>2</sup>Ивановский государственный университет

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

<sup>2</sup>Ivanovo State University

E-mail: Oleg\_blinov@ro.ru, kuznetsovtex@gmail.com, enkalini@gmail.com, godl@yandex.ru

Приводится описание методики и результатов исследования трибологических свойств водных растворов неионогенных поверхностно-активных веществ, с помощью методов молекулярной механики, квантовой химии и молекулярной динамики. Даны корреляционные оценки прогностической способности молекулярно-механических расчетов для предсказания антифрикционной способности различных ПАВ.

**Ключевые слова:** триботехнические свойства, неионогенные поверхностно-активные вещества, молекулярно-динамическое моделирование, энергетические характеристики ПАВ, хлопчатобумажная ткань, коэффициент трения.

A description of the methodology and results of the study of tribological properties of aqueous solutions of nonionic surfactants using methods of molecular mechanics, quantum chemistry and molecular dynamics is given. Correlation estimates of the predictive ability of molecular-mechanical calculations for predicting the antifricition ability of various surfactants are given.

**Keywords:** tribotechnical properties, nonionic surfactants, molecular dynamics modeling, energy characteristics of surfactants, cotton fabric, coefficient of friction.

В текстильной промышленности на всех стадиях изготовления текстильного материала существует интенсивное движение сырьевого массива, будь то волокно, нить или тканевое полотно. Вследствие этого всегда возникают пары трения, трибологические характеристики которых, могут значительно влиять на параметры протекания технологического процесса и в итоге на качество продукта. В этой связи актуальным становится вопрос о правильном выборе и обосновании рационального состава поверхностно-активных веществ (ПАВ), позволяющих уменьшать обрывность, износ контактирующих материалов, а также стабилизировать ряд других важных технологических параметров, например, натяжение. Проблема выбора природы и концентрация ПАВ для пар трения текстиль-металл и текстиль-пластик еще не имеет фундаментальной теоретической базы, поэтому подбор веществ на данный момент производится эмпирическим путем. Перспективным, на наш взгляд, направлением в вопросе прогнозирования контактных свойств материалов таких пар трения, являются методы молекулярно-динамического моделирования [3].

При оценивании степени влияния природы ПАВ на трибологические характеристики материалов, в качестве экспериментальных образцов для проведения исследований, среди ассортимента неионогенных ПАВ были выбраны Стеарокс 6, ОП-7 и ОС-20, имеющие разное химическое строение и обладающие различной эмульгирующей способностью при образовании эмульсий типа «масло в воде». Также было специально разработано устройство для определения коэффициента трения, в котором, для организации пары трения

использовалась ткань Рогожка и металлическая поверхность, вращающаяся с постоянной скоростью. Полученные результаты исследований приведены в таблице 3 (столбец № 6).

Одна из основных целей исследований заключалась в проверке возможности переноса данных, которые получаются при компьютерном моделировании и исследовании трибологических свойств ПАВ для пар трения металл-металл текстиль-металл пары трения металл-металл, используя методы молекулярной динамики на физическую пару трения ткань-металл и тот же ПАВ. Поэтому после натуральных экспериментов с выбранными ПАВ. Были проведены модельные эксперименты с этими же ПАВ с парой трения металл-металл. Для проведения экспериментов был применён разработанный нами способ оценки эффективности смазочных материалов, основанный на использовании модели пары трения в присутствии граничного смазочного слоя между ними [11]. Молекулярная модель пары трения формируется с использованием разработанной нами компьютерной программы [10], которая генерирует и размещает образ трибосистемы, состоящий из двух поверхностей трения и молекулярного кластера смазочного материала, размещенного между ними и проводит, используя процедуры минимизации энергии системы, оптимизацию положения молекул в смазочном слое (рис. 1), после чего находится межфазная поверхностная энергия, путем определения разницы энергий системы до взаимодействия смазочного слоя с поверхностью трения и после взаимодействия.

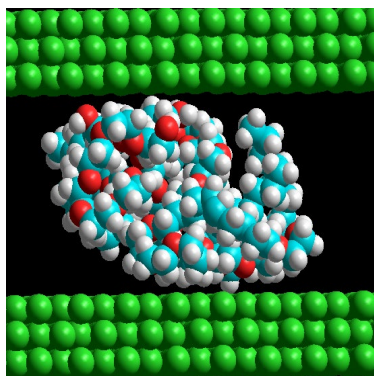


Рис. 1. Пример молекулярной модель трибосистемы с разделяющим кластером ПАВ

Затем программным образом осуществляется циклический сдвиг верхней поверхности трения относительно нижней, заданное количество раз, сохраняя параллельность. При этом на каждом шаге сдвига производится процесс оптимизации положения молекул, вследствие чего молекулы в смазочном слое принимают определенное (оптимальное) геометрическое расположение в пространстве. Для того, чтобы оценить степень надмолекулярной упорядоченности в модельном массиве смазочного материала рассчитывается ориентационный коэффициент по математическому выражению:

$$S = \frac{\delta(\cos\alpha) + \delta(\cos\beta) + \delta(\cos\gamma)}{3}, \quad (1)$$

где:  $\delta(\cos\alpha)$  – среднеквадратичное отклонение направляющих косинусов векторов всех молекул смазочного слоя относительно оси X;  $\delta(\cos\beta)$  – среднеквадратичное отклонение направляющих косинусов векторов всех молекул смазочного слоя относительно оси Y;  $\delta(\cos\gamma)$  – среднеквадратичное отклонение направляющих косинусов векторов всех молекул смазочного слоя относительно оси Z.

Далее рассчитывается потенциальная энергия системы, при этом ориентационный коэффициент, общий коэффициент упорядоченности молекул в смазочном слое и максимальное значение потенциальной энергии системы коррелируют с напряжением сдвига и, соответственно, силой трения. После чего по полученным данным определяют наиболее эффективное смазочное средство.

В результате проведенных модельных экспериментов с разными поверхностно-активными веществами, молекулярные модели, которых приведены на рисунке 2, был

рассчитан ряд физико-химических значений, потенциально влияющих на трибологические свойства исследуемых веществ. Полученные данные приведены в табл.1.

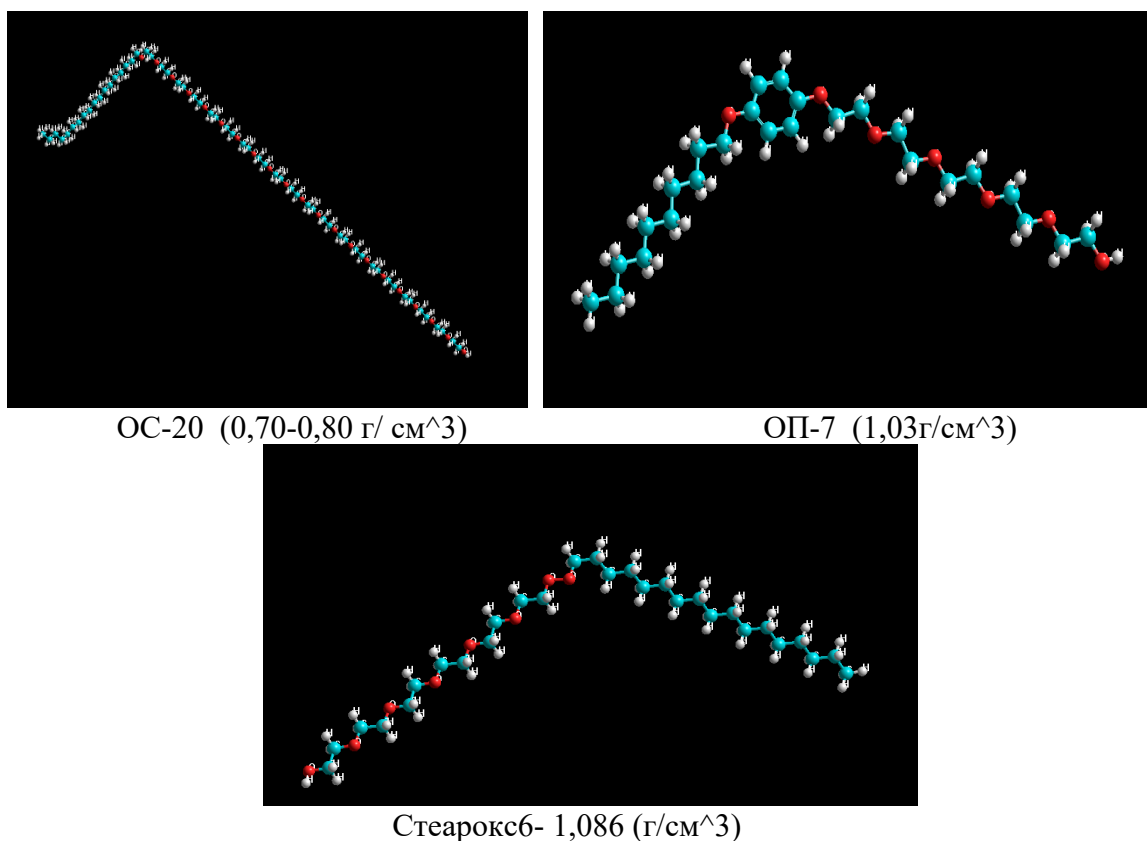


Рис. 2. Модели молекул, исследуемых веществ

Таблица 1

Результаты моделирования поверхностно-активных веществ с использованием программы HyperChem

Поверхностно-активное вещество	Энергетические и физико-химические характеристики			
	Энергия адсорбции, ккал/моль	Энергия сдвига, ккал/моль	Коэффициент корреляции	Плотность, г/м <sup>3</sup>
OP-7	133	7145	0,774	1,030
Стеарокс 6	323	7139	0,75	1,086
OS-20	5373	7628	0,8313	0,70 – 0,80

Приведенные результаты свидетельствуют о том, что энергия адсорбции изменяется в гораздо более широких пределах, нежели энергия сдвига. В первом случае разница между минимальным и максимальным значениями составляет два порядка. Во втором – всего лишь 800 единиц.

На диаграмме рис.3(а, б) представлены данные по энергии адсорбции ( $E_{ад}$ ), и энергии сдвига ( $E_{сд}$ ) поверхностно активных веществ и расположенные по мере ее возрастания, что облегчает их визуальную оценку в зависимости от марки вещества.

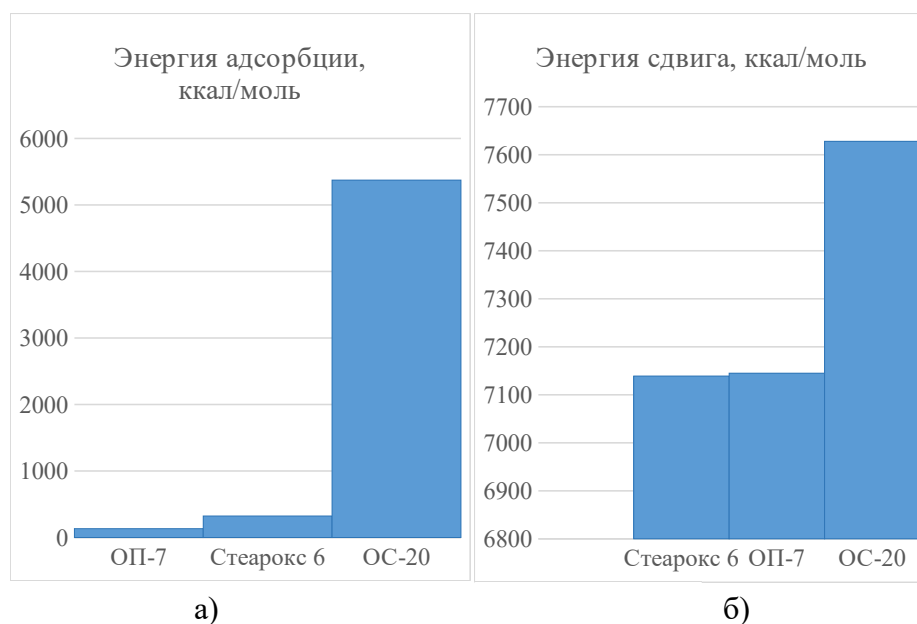


Рис.3. Диаграммы энергии адсорбции (а) и энергии сдвига (б) ПАВ в паре трения «металл-металл»

Для проведения исследований среди ассортимента, имеющие неионогенных ПАВ были выбраны Стеарокс 6, ОП-7 и ОС-20, имеющие разное химическое строение и обладающие различной эмульгирующей способностью при образовании эмульсий типа «масло в воде».

Для корреляционного анализа полученных данных, сформирована таблица, объединяющая, полученные энергетические и физико-химические характеристики ПАВ (ГЛБ-гидрофильно-липофильный баланс).

Таблица 2

**Результаты вычисления множественного коэффициента корреляции**

Поверхностно-активное вещество (ПАВ)	Энергетические и физико-химические характеристики					
	Молекулярная масса (ММ)	Энергия сдвига, ккал/моль (ЭС)	ГЛБ	Коэф. корреляции (КР)	Плотность, г/м <sup>3</sup> (ρ)	Коэффициент трения μ при концентрации ПАВ - 2,0 г/л
№	1	2	3	4	5	6
ОП-7	516	133	10,9	0,774	1,030	0,12
Стеарокс -6	512	323	6,8	0,75	1,086	0,13
ОС-20	1150	5373	15,9	0,8313	0,75	0,18

Результаты вычисления множественного коэффициента корреляции приведены в таблице 3. Где 0 – 0,3 – связь отсутствует; 0,3 – 0,5 – связь слабая; 0,5 – 0,7 – средняя связь; 0,7 – 0,9 – высокая; 0,9 – 1 – очень сильная. Если результаты представлены с отрицательным знаком, то связь обратная

Таблица 3

Результаты вычисления множественного коэффициента корреляции						
0	1	2	3	4	5	6
	ММ	ЭС	ГЛБ	КР	$\rho$	$\mu$
ММ	1					
ЭС	0,9993	1				
ГЛБ	0,8956	0,8782	1			
КР	0,9594	0,9481	0,9847	1		
$\rho$	-0,9887	-0,9823	-0,9522	-0,9910	1	
$\mu$	0,9870	0,9922	0,8123	0,9015	-0,9516	1

Таким образом, анализируя данные в табл.3, можно сделать предварительный вывод, что коэффициент трения ПАВ (столбец 6 в таблицах 2,3) в значительной степени зависит от молекулярной массы (коэф. корреляции = 0,9870 (табл. 3)), энергии сдвига (коэф. кор. = 0,9922(табл. 3)) и плотности (коэф. кор. = -0,9516 (табл. 3)).

Выводы:

1. Выполнен расчет энергетических показателей ряда неионогенных поверхностно-активных веществ в паре трения «металл-металл» с использованием программного комплекса HyperChem.

2. Проведены корреляция расчетных показателей энергии адсорбции и энергии сдвига с экспериментальными данным по коэффициенту трения ткани Рогожка для выбранных поверхностно активных веществ.

3. Показано, что расчетные энергетические показатели могут служить основой для прогнозирования триботехнических характеристик текстильных материалов.

*Работа выполнена при поддержке Гранта РФФИ по проекту 20-43-370007 р\_а\_Ивановская область: «Развитие научных основ прогнозирования функциональных и конструкционных параметров синтезируемых полимерных волокнистых композитных систем».*

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Годлевский В.А., Блинов О.В., Калинин Е.Н., Кузнецов В.Б., Митронов Д.В. Исследование трибологических свойств текстильных материалов на трибометре ТАУ-1. Надежность и долговечность машин и механизмов: сборник материалов X Всероссийской научно-практической конференции. ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России. г.Иваново, 2019. - с. 258-262.
2. Годлевский В.А., Блинов О.В., Калинин Е.Н., Кузнецов В.Б., Митронов Д.В Исследование трибологических свойств поверхностей текстильных материалов. Надежность и долговечность машин и механизмов: сборник материалов XI Всероссийской научно-практической конференции. ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России. г.Иваново, 2020. - с. 393-397.
3. Годлевский В.А., Кузнецов В.Б., Блинов О.В., Калинин Е.Н. Экспресс-метод анализа трибологических свойств текстильной структуры полимерного наполнителя с учётом факторов внешнего воздействия. физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоемкие технологии и материалы (smartex). Учредители: Ивановский государственный политехнический университет (Иваново) ISSN: 2413-6514. 2020 (№1).- с. 35-40.
- 4.Блинов О.В., Калинин Е.Н., Кузнецов В.Б. Исследования трибологических свойств тканей в водных растворах неионогенных поверхностно-активных веществ. СМАРТЕКС, Иваново, 2021, с. 117-120
5. Годлевский, В.А. Применение метода компьютерного молекулярного моделирования для описания строения смазочного слоя/В.А.Годлевский, Д.С.Фомичёв, М.А.Шилов [и др.] //

- Трение и износ. – Гомель: Беларусь, 2009. – С.16-21.
6. Мазалова В.Л., Кравцова А.Н., Солдатов А.В. Нанокластеры: рентгеноспектральные исследования и компьютерное моделирование. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2013. – 184 с.
  7. Березина Е.В., Годлевский В.А., Калинин Е.Н., Королёв П.В. Концептуальные возможности метода молекулярной динамики для моделирования межмолекулярного взаимодействия в наноконпозиционных системах // Вестник научно-промышленного общества – М.: «Алев-В», 2013 г., выпуск 20. – 182 с.
  8. Изв.ВУЗов.Техн.текст. пром-сти. №2 ( ), 2022, с.
  9. В.Т.Фомичев, А.В.Глазунов. // Математическое моделирование динамики однорезиновой зоны транспортирования ткани с учетом сил трения. Изв.вузов. Техн.текст. пром-сти. 2003, №1, с.119-122.
  10. О.В. Блинов, В. А. Годлевский. Программа выбора наиболее эффективного компонента смазочной композиции // Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ: № 2016662003, 2016 г.
  11. О.В. Блинов, В. А. Годлевский. Способ оценки эффективности смазочных материалов. Патент на изобретение: RU2646796C2, 2016 г.

**РАЗВИТИЕ ПРОГРЕССИВНЫХ «ЗЕЛЕННЫХ» ТЕХНОЛОГИЙ КРАШЕНИЯ И  
ОТДЕЛКИ ТЕКСТИЛЯ В СРЕДЕ СВЕРХКРИТИЧЕСКОГО ДИОКСИДА  
УГЛЕРОДА**

**DEVELOPMENT OF PROGRESSIVE "GREEN" TECHNOLOGIES FOR DYEING AND  
FINISHING OF TEXTILES IN THE ENVIRONMENT OF SUPERCRITICAL CARBON  
DIOXIDE**

Н.П. Пророкова<sup>1,2</sup>  
N.P. Prorokova<sup>1,2</sup>

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

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

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

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

E-mail: npp@isc-ras.ru

Рассмотрены результаты новейших исследований, показывающие возможность проведения процессов крашения и отделки текстильных материалов с использованием сверхкритического диоксида углерода. Показаны преимущества использования процессов, протекающих в среде сверхкритического углерода, по сравнению с обычными «мокрыми» процессами крашения и отделки текстиля.

**Ключевые слова:** сверхкритический диоксид углерода, крашение, функционализация.

The results of the latest research are considered, showing the possibility of carrying out the processes of dyeing and finishing textile materials using supercritical carbon dioxide. The advantages of using processes occurring in a supercritical carbon environment are shown in comparison with the usual "wet" processes of dyeing and finishing textiles.

**Keywords:** supercritical carbon dioxide, dyeing, functionalization.

По данным Фонда Эллен Макартур, текстильная промышленность потребляет огромное количество воды – 93 млн. кубометров в год. Как подсчитал журнал VOGUE, на производство одной хлопковой футболки уходит 2720 л воды – столько человек выпивает за 3 года. Согласно отчетам за 2012 год, примерно 20 % мировых сточных вод составляют отходы красильных и отделочных производств текстильной и легкой промышленности. Поэтому в условиях возрастающего дефицита воды на Земле и ужесточения природоохранного законодательства особенно актуальной становится проблема осуществления отделки и крашения волокнистых материалов по экологически чистым, так называемым «зеленым» технологиям [1]. Начиная с 80-х годов прошлого века во всем мире, особенно в США, Европе и Восточной Азии проявляется значительный интерес ученых и технологов к использованию в качестве среды для осуществления технологических процессов диоксида углерода, находящегося в сверхкритическом состоянии или, иначе говоря, к сверхкритическому диоксиду углерода (СК-СО<sub>2</sub>), особенности которого позволяют проводить процессы по замкнутому циклу [2-3]. Сверхкритический флюид - это вещество в замкнутой системе, температура и давление которого выше критических и для которого трудно определить границу между жидкостью и газом. Это состояние вещества известно как сверхкритическое состояние. Наиболее широко в сверхкритическом состоянии используется углекислый газ. В последние десятилетия исследования в области использования СК-СО<sub>2</sub> для крашения и функционализации текстильных материалов особенно активно развиваются в Восточной Азии, где сосредоточена значительная часть мировой текстильной промышленности. Большая часть предприятий, использующих СК-СО<sub>2</sub>, также расположена в этом регионе. Оборудование

для безводного крашения, которое используется многими из них, поставлено датской компанией DueCo, основанной в 2008 г. [3]. Растворяющие и транспортные свойства СК-СО<sub>2</sub>, способность полностью удаляться из материала по завершении процесса, низкие критические параметры в совокупности с относительной инертностью делают его средой, благоприятной для реализации целого ряда процессов текстильной химии. СК-СО<sub>2</sub> обеспечивает высокую растворимость гидрофобных препаратов и абсолютную смачиваемость поверхности гидрофобных полимерных материалов, способствует их набуханию [4].

Особенно эффективно использование СК-СО<sub>2</sub> в качестве среды для крашения синтетических материалов дисперсными красителями, так как процесс СК-крашения не требует введения дополнительных диспергирующих агентов и поверхностно-активных веществ в раствор. При этом положительную роль играют низкая вязкость и высокая диффузионная способность флюида.

Исследования процессов крашения в СК-СО<sub>2</sub> были начаты в девяностые годы прошлого века [5] с крашения тканей из гидрофобного полиэфира и постоянно развиваются [6-9]. В результате выявлен целый ряд закономерностей, которые можно использовать при разработке технологий крашения полиэфирных материалов в СК-СО<sub>2</sub>. В частности, установлено, что в новых красильных системах легко регулируются оба параметра, отвечающие за основные характеристики результатов крашения: давление и температура. При прочих постоянных параметрах (количество красителя, время сжатия и расширения газа) могут быть получены различные оттенки окраски полиэфирной (ПЭФ) ткани. Все ПЭФ образцы имеют прекрасную ровноту после крашения в СК – флюиде [5]. Величина накрашиваемости образцов из ПЭФ в зависимости от значений параметров подробно проанализирована [5].

В ряде работ исследовано крашение в среде СК-СО<sub>2</sub> относящихся к классу полиамидов трудно окрашиваемых нейлона-6 [8,9], нейлона-66 [10] и арамидов [11,12]. Использование СК-СО<sub>2</sub> позволило решить очень сложную задачу окрашивания недорогого и обладающего комплексом хороших механических свойств полипропиленового волокна, характеризующегося химической инертностью и плотной структурой [13], а также другого относящегося к полиолефинам волокна – сверхвысокомолекулярного полиэтилена [14].

В последнее десятилетие проводились интенсивные исследования процессов СК-крашения хлопчатобумажных тканей [15-17], хотя крашению тканей на основе целлюлозы затрудняет гидрофильная природа волокон. Она препятствует их набуханию в среде неполярного СК-СО<sub>2</sub> и уменьшает диффузию красителей и активных соединений. Эта проблема решалась исследователями путем использования соразтворителей и вспомогательных агентов [18]. Изучалось также крашение в среде СК-СО<sub>2</sub> белковых волокон – шерсти [19] и шелка [20].

В связи с проведением процесса крашения в новых условиях исследована структура волокна после обработки. Так при изучении кристалличности ПЭФ микрофибриллярной нити указывается на повышение степени кристалличности полиэфира при обработке СК-СО<sub>2</sub>, причем первоочередным фактором, оказывающим влияние на этот показатель, считают температуру, которая выступает более действенным фактором по сравнению с давлением и средой [21]. Увеличение общей кристалличности волокна получено для стандартных режимов обработки ПЭФ (температура до 150<sup>0</sup>С, максимальное давление 40 МПа, время 10-60 мин.) [22, 23].

В [24] указывается, что характеристики при растяжении ПЭФ волокна после крашения в СК-среде изменяются незначительно. Поверхность хлопчатобумажного волокна после обработки СК-СО<sub>2</sub> становится более шероховатой, на ней появляются складки и полосы, параллельные оси волокна [25]. Морфология полиэфирного волокна, подвергнутого обработке, наиболее полно изучена в работах [26, 27] с использованием методов оптического двойного лучепреломления, термического анализа, сканирующей электронной микроскопии (СЭМ) и определения прочностных свойств волокон ПЭФ различных структур. По данным



СЭМ [23] исследователи делают вывод, что при таких давлениях олигомеры из внутреннего объема волокна выталкиваются на поверхность.

Отложение олигомеров на поверхности обработанного в среде СК-СО<sub>2</sub> полиэфирного волокна может отрицательно повлиять на качество окрашенного и отделанного волокнистого материала [28]. В связи с этим в работе [29] проведено исследование влияния условий обработки полиэфирного волокнистого материала в среде СК-СО<sub>2</sub> на локализацию на поверхности волокон циклических олигомеров полиэтилентерефталата. Получены экспериментальные данные, на основе которых можно регулировать содержание олигомеров на поверхности полиэфирного волокнистого материала во флюиде в зависимости от вида осуществляемого модифицирования.

Нанесение на ткань различных препаратов в среде СК-СО<sub>2</sub> может быть применено для функционализации тканей в целях придания им специальных свойств.

В работах [30-35] показано, что при проведении процесса в СК-СО<sub>2</sub> на поверхности ПЭФ волокон возможно формирование ультратонких водоотталкивающих пленок ультрадисперсного политетрафторэтилена, получаемого методом термогазодинамической деструкции (препарат «Форум»). Этот препарат не растворяется ни в одном органическом растворителе, однако с использованием СК-СО<sub>2</sub> удалось получить раствор его низкомолекулярной фракции [36]. Краевой угол смачивания такого покрытия достигает уровня сверхгидрофобности [37]. Гидро- и олеофобизация различных тканей рассматривается также в работах [38,39].

В последние десятилетия в результате проведения многочисленных исследований получены данные об использовании СК-СО<sub>2</sub> в процессах придания хлопчатобумажной ткани огнестойкости [40], нанесения наночастиц золота на шелк [41], наночастиц серебра на шерсть [42], серицина, коллагена и хитозана на полиэфир [43], биоцидной отделки полиэфирной ткани [44], придания арамидным волокнам проводимости [45] и т.д. Это свидетельствует о том, что СК-СО<sub>2</sub> является универсальной средой для проведения процессов функционализации практически всех видов тканей.

Неоспоримым преимуществом, которое даст применение диоксида углерода в сверхкритическом состоянии при крашении и отделке текстильных материалов является то, что этот растворитель позволяет перевести отделочное производство в область «зеленой» химии. Современными исследователями показано, что крашение ткани в среде СК-СО<sub>2</sub> позволяет получить интенсивные и равномерные окраски при практически полной выбираемости красителя из красильной ванны. Установлено также, что СК-СО<sub>2</sub> является универсальной средой для получения функционализированных текстильных материалов, обладающих улучшенными и новыми свойствами.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Hussain T, Wahab A. A critical review of the current water conservation practices in textile wet processing // J. Clean. Prod. – 2018. – V. 198. - P. 806-819.
2. Banchemo M. Recent advances in supercritical fluid dyeing // Color. Technol. – 2020. – V. 136. – P. 317-335.
3. Goñi M.L., Gañán N.A., Martini R.E. Supercritical CO<sub>2</sub>-assisted dyeing and functionalization of polymeric materials: A review of recent advances (2015–2020) // J. CO<sub>2</sub> Util. – 2021. – V. 54. – 101760.
4. Elmaaty T.A., El-aziz E.A. Supercritical carbon dioxide as a green media in textile dyeing: a review // Text. Res. J. – 2018. – V. 88. – P. 1184–1212,
5. Knittel D., Saus W., Schollmeyer E. Application of Supercritical Carbon Dioxide in Finishing Processes // J. Text. Inst. – 1993. - V. 84. - P.534-552,
6. Zheng L.J., Zhang J., Du B., Zhao Y.P., Ye F. Supercritical CO<sub>2</sub> for color graphic dyeing: theoretical insight and experimental verification. - Therm. Sci. – 2015. - V. 19. - P. 1287–1291,

7. Abate M.T., Ferri A., Guan J., Chen G., Nierstrasz V. Colouration and bio-activation of polyester fabric with curcumin in supercritical CO<sub>2</sub>: part I - investigating colouration properties// *J. Supercrit. Fluids.* – 2019. - V. 152. - 104548,
8. Elmaaty T.M.A., El-Taweel F.M., Elsisy H.G. Water-free dyeing of polyester and nylon 6 fabrics with novel 2-oxoacetohydrazonoyl cyanide derivatives under a supercritical carbon dioxide medium // *Fibers Polym.* – 2018. - V. 19.- P. 887–893
9. Elmaaty T. M.A., Sofan M., Kosbar T., Elsisy H., Negm I. Green approach to dye PET and nylon 6 fabrics with novel pyrazole disperse dyes under supercritical carbon dioxide and its aqueous analogue // *Fibers Polym.* – 2019. - V. 20. – P. 2510–2521.
10. Penthala R., Heo G., Kim H., Lee I.Y., Ko E.H., Son Y.A. Synthesis of azo and anthraquinone dyes and dyeing of nylon-6,6 in supercritical carbon dioxide // *J. CO<sub>2</sub> Util.* – 2020. - V. 38. P 49–58.
11. Da Zheng H., Zhang J., Yan J., Zheng L.J. Investigations on the effect of carriers on meta-aramid fabric dyeing properties in supercritical carbon dioxide // *RSC Adv.* – 2017. - V. 7. - P. 3470–3479.
12. Ye F., Liu G., Khalil I., Zheng L., Zheng H., Cai Y. Inspection for supercritical CO<sub>2</sub> dyeing of poly(m-phenylene isophthalamide) by kinetics and thermodynamics analysis // *J. Eng. Fiber. Fabr.* – 2019. - V. 14. – P. 1-8
13. Pajnik J., Radetić M., Stojanovic D.B., Jankovic-Častvan I., Tadić V., Stanković M.V., Jovanović D.M., Zizovic I., Functionalization of polypropylene, polyamide and cellulose acetate materials with pyrethrum extract as a natural repellent in supercritical carbon dioxide // *J. Supercrit. Fluids.* – 2018. - V. 136. - P. 70–81.
14. Ma J., Elmaaty T.A., Okubayashi S. Effect of supercritical carbon dioxide on dyeability and physical properties of ultra-high-molecular-weight polyethylene fiber // *Autex Res. J.* – 2019. - V. 19. - 228–23.
15. Zhang J., Zheng L.J., Zhao Y.P., Yan J., Xiong X.Q., Du B. Green dyeing of cotton fabrics by supercritical carbon dioxide // *Therm. Sci.* – 2015. – V. 19. – P. 1283–1286.
16. Zhang J., Zheng H., Zheng L. Optimization of eco-friendly reactive dyeing of cellulose fabrics using supercritical carbon dioxide fluid with different humidity // *J. Nat. Fibers.* – 2018. – V. 15. – P. 1–10.
17. Wu J., Zhao H., Wang M., Zhi W., Xiong X., Zheng L. A novel natural dye derivative for natural fabric supercritical carbon dioxide dyeing technology // *Fibers Polym.* – 2019. – V. 20. – P. 2376–2382.
18. Yang D.f, Kong X.j., Gao D., Cui H.s., Huang T.t., Lin J.x. Dyeing of cotton fabric with reactive disperse dye contain acyl fluoride group in supercritical carbon dioxide // *Dyes Pigm.* – 2017. – V. 139. - P. 566–574.
19. Luo X., White J., Thompson R., Rayner C., Kulik B., Kazlauciuonas A., He W., Lin L. Novel sustainable synthesis of dyes for clean dyeing of wool and cotton fibres in supercritical carbon dioxide // *J. Clean. Prod.* – 2018. – V. 199. – P. 1–10.
20. Yan K., Zhang Y., Xiao H., Shi M., Long J. Development of a special SCFX-AnB3L dye and its application in ecological dyeing of silk with supercritical carbon dioxide // *J. CO<sub>2</sub> Util.* – 2020. – V. 35. – P. 67–78.
21. Sfiligoj M., Zipper P. WAXS analysis of structural changes of poly(ethylene terephthalate) fibers induced by supercritical-fluid dyeing // *Colloid Polim. Sci.* - 1998. - V. 276. - P. 144-151.
22. Giorgi M, Cadoni E., Maricca D., Piras A. Dyeing polyester fibres with disperse dyes in supercritical CO<sub>2</sub>// *Dyes and Pigments.* - 2000. - V 45. - P. 75-79.
23. Sfiligoj M., Zipper P. The influence of different treatment media on the structure of PET fibres // *Materials Research Innovations.* - 2002. - V.6. - P.55-64.
24. Knittel D., Dugar.S, Schollmeyer E. Influence of stabilizers against weathering degradation of synthetic fibers // *Chem. Fibre international.* - 1997. - V. 47. - P.46-48.

25. Gao D., Yang D.F., Cui H.S., Huang T.T., Lin J.X. Supercritical carbon dioxide dyeing for PET and cotton fabric with synthesized dyes by a modified apparatus // ACS Sustain. Chem. Eng. – 2015. – V. 3. P. 668–674.
26. Drews M., Jordan C. The effect of supercritical CO<sub>2</sub> dyeing conditions on the morphology of polyester fibers // Textile chemist. colorist. - 1998. - V.30. - P.13-20.
27. Hirogaki K., Tabata I., Hisada K., Hori T. An investigation of the morphological changes in poly(ethylene terephthalate) fiber treated with supercritical carbon dioxide under various conditions // J. Supercritical Fluids. - 2006. - V. 38. - P.399-405.
28. Вавилова С.Ю., Пророкова Н.П., Калинин Ю.А. Проблема циклических олигомеров в процессе колорирования и переработки полиэфира и пути её решения // Химич. волокна. - 2003. - № 2. - С. 35 - 37.
29. Пророкова Н.П., Кумеева Т.Ю., Никитин Л.Н. Олигомеры этилентерефталата в процессах модифицирования полиэфирных тканей в среде сверхкритического диоксида углерода // Сверхкритические флюиды: Теория и практика. - 2012. - Т.7, № 1. - С. 36-46.
30. Пророкова Н.П., Кумеева С.Ю., Завадский А.Е., Никитин Л.Н. Модификация поверхности полиэтилентерефталатных тканей посредством нанесения гидрофобизирующего покрытия в среде сверхкритического диоксида углерода // Хим. волокна. - 2009. - № 1. – С. 26-30.
31. Кумеева Т.Ю., Пророкова Н.П., Никитин Л.Н., Завадский А.Е. Придание полиэфирному волокнистому материалу сверхгидрофобных свойств на основе использования раствора низкомолекулярного политетрафторэтилена в сверхкритическом диоксиде углерода // Новое в полимерах и полимерных композитах. - 2012. - № 1. - С. 134-146.
32. Исследование покрытия полиэфирных волокон политетрафторэтиленом в сверхкритическом диоксиде углерода / Кумеева Т.Ю., Пророкова Н.П., Холодков И.В., Пророков В.Н., Буяновская А.Г., Кабаева Н.М., Гумилева Л.В., Бараковская И.Г., Таказова Р.У. // Журн. прикл. химии. - 2012. - Т.85, вып.1. – С. 151-156.
33. Пророкова Н.П., Кумеева Т.Ю., Никитин Л.Н., Бузник В.М. Придание сверхгидрофобных свойств полиэфирным тканям на основе использования растворов низкомолекулярной фракции ультрадисперсного политетрафторэтилена в сверхкритическом диоксиде углерода / В кн.: Растворы в химии и технологии модифицирования полимерных материалов: новое в теории и практике / Отв. ред. А.Ю. Цивадзе. Иваново: ОАО «Издательство «Иваново», 2014. – С. 401 -457.
34. Кумеева Т.Ю., Пророкова Н.П. Ультратонкие гидрофобные покрытия, полученные на полиэтилентерефталатных материалах из среды сверхкритического диоксида углерода с соразработителями // Журнал физической химии - 2018. - Т. 92, № 2. -С. 306-312.
35. Prorokova N.P., Kumeeva T.Yu., Kholodkov I.V. Wear-Resistant Hydrophobic Coatings from Low Molecular Weight Polytetrafluoroethylene Formed on a Polyester Fabric // Coatings. – 2022. – V. 12. – 1334.
36. Вopilov Ю.Е., Никитин Л.Н., Хохлов А.Р., Бузник В.М. Сепарация низкомолекулярных фракций ультрадисперсного политетрафторэтилена сверхкритическим диоксидом углерода // Сверхкритические флюиды: Теория и практика. - 2009. - №2. - С. 4-15.
37. Пророкова Н.П., Кумеева Т.Ю., Кирюхин Д.П., Никитин Л.Н., Бузник В.М. Придание полиэфирным тканям повышенной гидрофобности: формирование на поверхности волокон ультратонкого водоотталкивающего покрытия // Рос. хим. журн. (Журн. Рос. хим. об-ва им. Д.И. Менделеева). – 2011. – Т.55. – №3. – С. 14- 23.
38. Xu Y.-Y., Zheng L.-J., Ye F., Qian Y.-F., Yan J., Xiong X.-Q. Water/oil repellent property of polyester fabrics after supercritical carbon dioxide finishing // Therm. Sci. – 2015. – V. 19.- P. 1273-1277.
39. Пестрикова А.А., Горбатюк Е.Д., Николаев А.Ю., Дяченко В.И., Чашин И.С., Серенко О.А., Игумнов С.М. Изучение свойств фторсодержащих ультратонких гидрофобных покрытий полиэфирных материалов, полученных в среде сверхкритического диоксида углерода // Fluorine Notes. – 2019.- Т. 127. – С. 5-6.

40. Chang S., Condon B., Smith J., Easson M. Preparation of Flame Retardant Cotton Fabric Using Environmental Friendly Supercritical Carbon Dioxide // *Int. J. Mater. Sci. Appl.* – 2017. – V. 6. – P. 269-276
41. Singh M., Dey E.S., Bhand S., Dicko C. Supercritical Carbon Dioxide Impregnation of Gold Nanoparticles Demonstrates a New Route for the Fabrication of Hybrid Silk Materials // *Insects.* – 2022. - P. 13. - 18.
42. Peng L., Guo R., Lan J., Jiang S., Li C., Zhang Z. Synthesis of silver nanoparticles on wool fabric in supercritical carbon dioxide // *Mater. Express.* – 2017. - V. 7. - P. 405-410.
43. Ma W.X., Zhao C., Okubayashi S., Tabata I., Hisada K., Hori T. A novel method of modifying poly(ethylene terephthalate) fabric using supercritical carbon dioxide // *J. Appl. Pol. Sci.* - V. 117. - P. 1897 – 1907.
44. Orhan M., Demirci F., Kocer H.B., Nierstrasz V. Supercritical carbon dioxide application using hydantoin acrylamide for biocidal functionalization of polyester // *J. of Supercritical Fluids.* – 2020. - V. 165. – 104986.
45. Zhao X., Hirogaki K., Tabata I., Okubayashi S., Hori T. A new method of producing conductive aramid fibers using supercritical carbon dioxide // *Surf. Coat. Technol.* - 2006. - V. 201. - P. 628-636

## ВЛИЯНИЕ ЛИПКОСТИ КЛЕЕВОГО МАТЕРИАЛА НА АДГЕЗИОННУЮ ПРОЧНОСТЬ СОЕДИНЕНИЙ В ТЕКСТИЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЯХ

INFLUENCE OF MATERIAL STICKINESS ON ADHESION STRENGTH OF JOINTS IN

## TEXTILE PRODUCTS

О.В. Метелева, Л.И. Бондаренко  
O.V. Meteleva, L.I. Bondarenko

Ивановский государственный политехнический университет  
Ivanovo State Polytechnical University  
E-mail: olmet07@yandex.ru, bondarenko.ivanovo@yandex.ru

Рассмотрено влияние величины условной липкости самоклеящихся пленочных материалов на адгезионную прочность с поверхностью текстильных материалов. Перспективными пленкообразующими композициями являются водные дисперсии акриловых полимеров, которые позволяют сформировать химически однородные многослойные пленки. Установлена прямопропорциональная зависимость: чем условная липкость клеевого слоя пленки выше, тем может быть получено клеевое герметичное соединение прочнее.

**Ключевые слова:** липкость, адгезия, когезия, самоклеющиеся материалы, акрилатные латексы, липкие ленты.

**Influence of value of conditional stickiness of self-adhesive film materials on adhesion strength with surface of textile materials is considered. Promising film-forming compositions are aqueous dispersions of acrylic polymers which allow the formation of chemically uniform multilayer films. A direct proportional relationship has been established: the higher the conventional stickiness of the adhesive layer of the film, the more durable the adhesive sealed joint can be obtained.**

**Keywords:** tackiness, adhesion, cohesion, self-adhesive materials, acrylate latexes, adhesive tapes.

Развитие полимерной химии позволило создать широкий спектр клеевых материалов, обладающих липкостью, (самоклеющихся материалов). Клеевые материалы с постоянной липкостью (липкие ленты) – многослойные материалы, сохраняющие адгезионную способность в процессе хранения и эксплуатации, способные после прикладывания к поверхности прилипать к ней при легком нажатии [1]. Они применяются для временного крепления деталей при их сборке и обработке, электроизоляции проводов, защиты поверхностей, герметизации и др. и имеют перспективы в технологических процессах изготовления швейных изделий из текстильных материалов. Эти клеевые материалы не только с успехом заменяют традиционно применяемые технологии склеивания, но и являются незаменимыми при создании новых технологических процессов и изделий, так как не требуют применения растворителей, высоких температур и особой подготовки склеиваемых поверхностей. Применение липких лент не только значительно упрощает технологические процессы, но и является экологически безвредным. Известно, что чем меньше молекулярная масса, полярность макромолекул, чем меньше поперечных химических связей между макромолекулами, тем ниже температура стеклования полимеров [2]. Рабочие температуры липких лент находятся в пределах от -60 °С до 80 °С.

Наиболее перспективными пленкообразующими композициями являются водные дисперсии акриловых полимеров (акрилатные латексы) (рис. 1). Несмотря на перспективность клеевых материалов с остаточной липкостью, для герметизации изделий из водонепроницаемых материалов в отечественной и зарубежной швейной промышленности они не используются.

Для разработки клеевых вспомогательных материалов для герметизации ниточных

швов в настоящей работе были использованы акриловые латексы различного химического состава, синтезированные методом радиационной эмульсионной сополимеризации (РЭП) полимеров в Обнинском филиале ГНЦ РФ «НИФХИ» им. Л. Я. Карпова по ТУ 221636-002-00210234-97.

Липкие ленты, как правило, состоят из основы (подложки) и слоя липкости. Герметизирующий материал должен состоять как минимум из двух слоев. На рис. 1 приведена структура комбинированного пленочного материала с липким слоем.

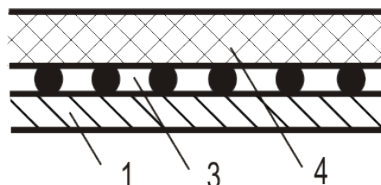


Рис. 1. Схема структур комбинированного клеевого материала:  
1 – изолирующая неклеевая пленка (или текстильный материал);  
2 – клеевой слой;  
3 – отделительный слой

Основной (внутренний) клеевой маловязкий слой обеспечивает максимальную площадь контакта, изолирующий неклеевой слой – необходимую прочность материала. Сущность процесса склеивания в этом случае заключается в установлении адгезии между клеевым вспомогательным материалом (адгезивом) и основой или полимерным покрытием материала швейного изделия (субстратом) в результате воздействия механического усилия перпендикулярно к склеиваемым материалам в течение промежутка времени 1-3 с [3].

Липкость полимеров обусловлена содержанием в них гибких молекул, способных ориентироваться и взаимодействовать друг с другом и с субстратом, образуя своеобразные структуры или каркасы, обеспечивающие адгезионную прочность соединений. При использовании материалов, обладающих этим свойством, для образования клеевого соединения достаточно воздействия механического давления. Липкость является самостоятельной реологической характеристикой клея, природа которой не объясняется в полной мере ни адгезией, ни когезией, ни поверхностным натяжением полимера. Причины липкости кроются в явлениях своеобразного структурирования и ориентации молекул, происходящих в объеме полимера при образовании и нарушении адгезионного контакта [4]-[6]. Липкость зависит от возможности теплового движения сегментов макромолекул.

Условную липкость полученных пленок измеряли электротензометрическим методом на специально созданной установке путем кратковременного вертикального контакта с алюминиевой призмой и определения усилия отрыва при этом (амплитуда хода пробника – 7 мм; скорость его перемещения 0,4 мм/с) [7]. В результате проведенных испытаний установлено, что условная липкость пленок зависит от содержания бутилакрилата (БАК) и метакриловой кислоты (МАК) в исходном латексе (рис. 2) и практически не изменяется после нескольких контактов.

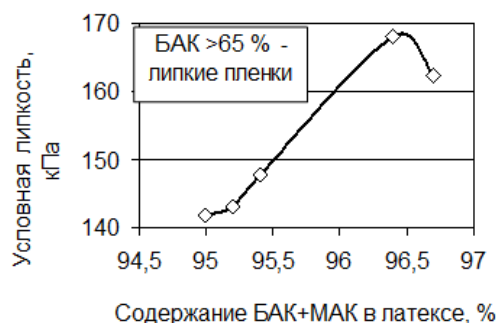


Рис. 2. Зависимость условной липкости клеевых пленок от ингредиентного состава латекса

По результатам испытаний сделан вывод о том, что максимальной липкостью обладают клеевые пленки, полученная из латексов марки БАК Ш16-82 и лакрил 52, минимальной – пленка из латекса марки БАК-наполнитель. При нормальном отрыве пробника от пленки из латекса марки БАК Ш16-17 в отличие от других наблюдалось ее когезионное разрушение, то есть когезионная прочность этой пленки меньше адгезионной прочности соединения, полученного с ее использованием.

При выборе полимера для клевого слоя герметизирующего материала определяющим свойством являлась липкость, так как она формирует адгезионную способность [7]. Липкость обеспечивает необходимое для герметичного клевого соединения адгезионное взаимодействие с текстильными материалами. Однако для получения прочного клевого соединения необходимо стремиться к оптимальному соотношению когезионной прочности и липкости клеевых пленок. Пленка из латекса БАК-наполнитель обладает минимальной из исследуемых пленок липкостью, поэтому, несмотря на максимальную по сравнению с другими клеевыми пленками когезионную прочность, она не может быть использована в качестве слоя липкости герметизирующего материала. Оптимальное соотношение адгезионной способности и когезионной прочности наблюдается у пленок и из латексов марки БАК Ш 16-82 и лакрил 52.

Учитывая особенности проектируемого способа герметизации, адгезионная прочность клевого соединения определяется свойством липкости клевого слоя пленки [7]. Чем выше условная липкость герметизирующей пленки, тем прочнее получаемое клеевое герметичное соединение (рис. 3). При этом прочные адгезионные соединения образуются даже с текстильными материалами, сложно склеиваемыми традиционными способами, применяемыми в швейной промышленности.

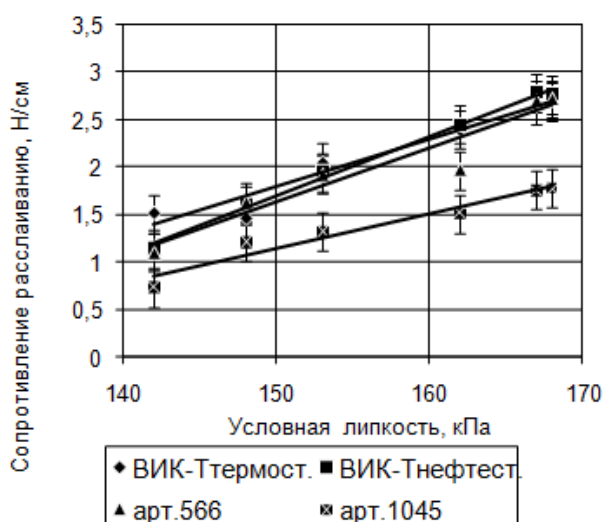


Рис. 3. Зависимость сопротивления расслаиванию от условной липкости пленок для различных материалов: ВИК-Термост. – винилискожа термостойкая; ВИК-Нефтест. – винилискожа нефтестойкая; арт.566, арт. 1045 – ткани с прорезиненным покрытием

Таким образом, способность липкой пленки образовывать прочное соединение с различными материалами может быть оценена еще на стадии выбора латекса для получения клевого материала.

Формирование площади контакта зависит от процессов заполнения клеем неровностей поверхности субстрата. Смачивание играет важную роль при формировании адгезионного соединения. С увеличением смачивания увеличивается площадь фактического контакта между клеем и адгезивом, и происходит рост адгезионного взаимодействия.

Адгезия пленок, прежде всего, зависит от того, насколько поверхность пленки копирует твердую поверхность. Клеевой слой герметизирующей пленки находится в высокоэластичном состоянии, но он обладает высокой вязкостью и в результате ограниченной способностью смачивания и заполнения шероховатостей водозащитного гидрофобного материала. Снижению сопротивления расслаиванию способствует также загрязненность поверхности водозащитного материала, наблюдаемая, например, у прорезиненных тканей. При наличии относительно гладкой поверхности достигается более полный контакт клеевого слоя с материалом.

Кроме того, предварительные исследования показали, что на адгезионную прочность клеевых соединений оказывает влияние толщина клеевого слоя герметизирующего материала и ширина пленки. Для оценки возможности осуществления клеевой герметизации и зависимости адгезионной прочности от условий формирования соединения были проведены экспериментальные исследования клеевых соединений ВИК-Т термостойкой нефтезащитной с клеевой пленкой БАК Ш16-82.

Толщина клеевого слоя является основным влияющим фактором, определяющим прочность полученного клеевого соединения. Давление и время контакта малозначимы, то есть при увеличении давления и времени не происходит значительного роста сопротивления расслаиванию (рис. 4).

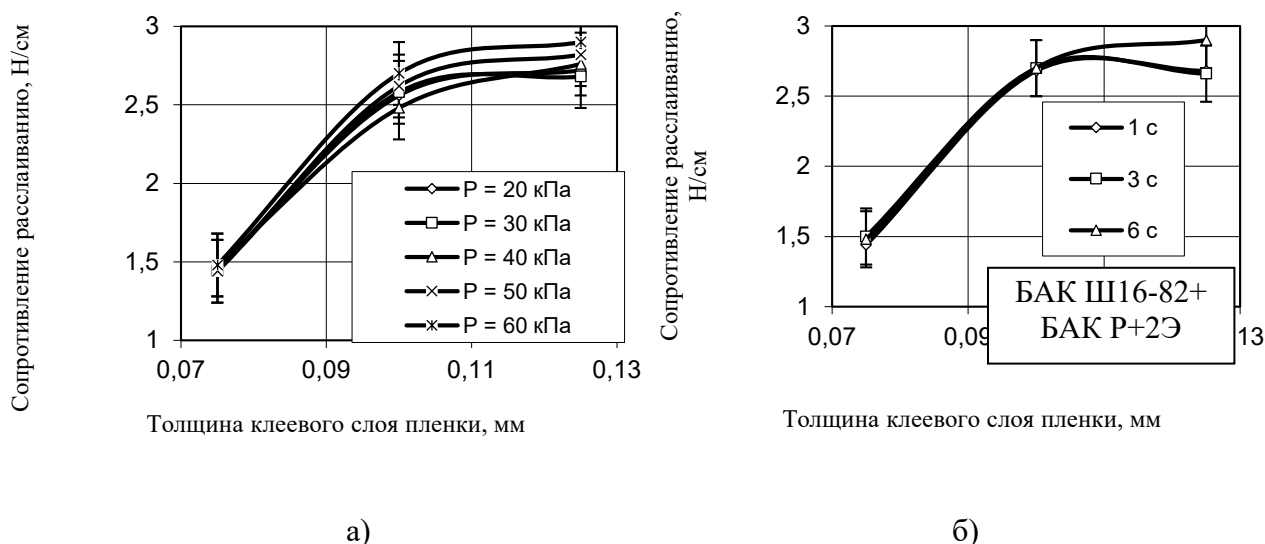


Рис. 4. Влияние толщины пленки и режимов образования на адгезионную прочность клеевого соединения

Зависимости сопротивления расслаиванию соединений от толщины клеевой пленки при разных режимах склеивания имеют экстремальный вид. Отличительной особенностью клеев, чувствительных к давлению, является увеличение прочности при увеличении толщины клеевого слоя. По-видимому, большое значение для эластичных адгезивов приобретают процессы деформации клеевого слоя. Чем толще слой адгезива, тем большая часть усилий расслаивания затрачивается на его деформацию. Когда толщина клея превысит размеры зоны деформации, увеличение толщины перестает оказывать влияние на работу разрушения. Для поверхностной герметизации, вероятно, оптимальной является толщина клеевого слоя 0,1-0,125 мм. Эти предположения согласуются с результатами эксперимента по оценке влияния толщины клеевого слоя на прочность при отслаивании клеевого материала, чувствительного к давлению. При толщине клеевого слоя менее 0,1 мм возможно появление дефектов пленки при ее формировании.

Увеличение толщины неклеяемого слоя нежелательно, т. к. приводит к большей длительности процесса сушки пленки и вероятности ее деформирования, а значит появлению напряжений. При малой толщине прочность клеевого слоя незначительна, что влияет на



адгезионную прочность соединений. Уменьшение прочности соединения при толщине клеевого слоя более 0,125 мм объясняется большей степенью ориентации макромолекул в тонких клеевых слоях (поскольку интенсивность поверхностных сил обратно пропорциональна расстоянию от поверхности, и самая высокая ориентация макромолекул имеет место на поверхности раздела, а самая низкая – в середине шва), а также ограничением развития пластических деформаций в тонком слое. В тонкой клеевой прослойке возникают меньшие внутренние напряжения при испарении жидкой фазы из клеевого слоя и его усадке, чем в толстой.

Воздействие давления необходимо для деформирования слоя адгезива, находящегося в высокоэластическом состоянии, в результате чего обеспечивается сближение поверхностей адгезива и субстрата и достигается максимальная поверхность их соприкосновения. Следствием прикладывания внешнего давления является увеличение площади контакта между адгезивом и субстратом, что оказывает непосредственное влияние на адгезионную прочность. Формирование зоны контакта, то есть заполнение неровностей субстрата эластичным адгезивом до установления равновесного состояния, происходит в течение определенного времени.

Для исследуемых клеевых соединений при увеличении давления в зоне контакта и времени контакта изменение значений адгезионной прочности находится в пределах доверительного интервала эксперимента.

Для качества герметизации швов в швейных изделиях немаловажное значение имеет ширина клеевого материала. Влияние этого фактора особенно проявляется при герметизации криволинейных швов. Для определения совместного влияния толщины и ширины на герметизацию криволинейных швов были проведены экспериментальные исследования, по результатам которых выбраны оптимальные геометрические параметры: толщина и ширина герметизирующего материала, обеспечивающие необходимое качество дублирования криволинейных швов.

Оценка качества поверхностной внешней герметизации криволинейных настрочных швов, выполненных практически на экспериментальной установке с использованием герметизирующих материалов различных геометрических параметров.

Анализируя полученные результаты, можно сделать следующие выводы. При толщине герметизирующей пленки 0,1 мм и ширине 10 мм происходит ее разрыв при подаче в зону герметизации. При толщине герметизирующей пленки 0,1 мм и ширине 15-25 мм при подаче происходит ее удлинение, приводящее к уменьшению толщины и ширины, в результате чего возникают напряжения, приводящие к деформациям пакета шва. При толщине пленки более 0,2 мм наблюдается ощутимое увеличение толщины и жесткости швов. Кроме этого, необоснованное увеличение толщины является причиной уменьшения адгезионной прочности.

Площадь клеевого соединения при поверхностной герметизации оказывает влияние на начальный уровень водоупорности швов и их надежность. Ширина зоны герметизации должна быть такой, чтобы полностью обеспечить защиту мест соединений от проникновения воды. С учетом ширины припусков швов (0,7-1,0 см) ширина пленки не может быть менее 15 мм. При недостаточной ширине герметизирующего материала произойдет быстрая потеря защитных свойств швов при эксплуатации. При избыточной ширине пленки герметика возникают дефекты дублирования на криволинейных участках.

Оптимальные геометрические параметры герметизирующего материала выбраны в зависимости от радиуса кривизны соединяемых срезов. При радиусах кривизны соединяемых срезов от 4 до 13 см оптимальная ширина герметизирующего материала составляет 17 мм, при радиусах кривизны более 13 см – 20 мм. Оптимальная толщина герметизирующего материала составляет 0,2 мм, толщина изолирующего неклеевого слоя – 0,07-0,1 мм и толщина клеевого слоя – 0,1-0,13 мм.

Для возникновения адгезии необходимо создание условий контакта полимеров, при которых начинают проявляться силы межмолекулярного взаимодействия. Величина адгезии

зависит не только от наличия, но и от числа связей между контактирующими материалами. В свою очередь, число связей определяется количеством активных функциональных групп в макромолекулах полимеров адгезива и субстрата и площадью фактического контакта между поверхностями адгезива и субстрата. При этом немаловажное значение для установления адгезии имеет соответствие структурных параметров адгезива и поверхности субстрата, имеющей развитый микрорельеф.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ященко, Л.Н. Высокоэффективные адгезивы на основе полифункциональных олигомеров / Л.Н. Ященко, Т.Т. Тодосийчук, Ю.С. Липатов, Г.Н. Кривченко, В.Ф. Бабич, Л.Н. Перепелицина // Пластические массы. – 2006. – № 6. – С. 27-30.
2. Кинлок, Э. Адгезия и адгезивы: наука и технология: пер. с англ. / Э. Кинлок. – М.: Мир, 1991. – 484 с.
3. Сурикова, М.В. Соединение защитных материалов при использовании самоклеющегося пленочного материала / М.В. Сурикова, О.В. Метелева, Е.И. Коваленко // Изв. вузов. Технология текстильной пром-сти. – 2013. – Том 347. – № 5. – С. 101-104.
4. Зимон, А.Д. Адгезия пленок и покрытий / А.Д. Зимон. – М.: Химия, 1977. – 352 с.
5. Петрова, А.П. Клеящие материалы : справочник / А. П. Петрова; под ред. Е. Н. Каблова, С. В. Резниченко. – М.: ЗАО Редакция журнала «Каучук и резина», 2002. – 340 с.
6. Поциус, А.В. Клеи. Адгезия. Технология склеивания / пер. с англ. яз. Ю.А. Герашенко: под ред. Г.В. Комарова. – Спб.: Профессия, 2007. – 373 с.
7. Метелева, О.В. Создание перспективных клеевых материалов для защитных швейных изделий / О.В. Метелева, Е.П. Покровская, Л.И. Бондаренко, А.Н. Белякова // Электронный журнал «Сервис в России и за рубежом». – 2013. – Вып. 1(39). – Режим доступа: [http://old.rguts.ru/electronic\\_journal/number39/contents](http://old.rguts.ru/electronic_journal/number39/contents).

## ТЕКСТИЛЬНЫЕ ВОЛОКНА В ЦЕМЕНТНЫХ КОМПОЗИТАХ

### TEXTILE FIBERS IN CEMENT COMPOSITES

Ю.А. Щепочкина  
Ju.A. Shchepochkina

Ивановский государственный политехнический университет  
Ivanovo State Politechnical University  
E-mail: julia2004ivanovo@yandex.ru

**Рассмотрено армирование цементных композитов разнообразными текстильными волокнами. Отмечено, что при выборе волокна для армирования цементного композита необходимо учитывать его свойства, количество и длину, технологические особенности введения, в том числе, возможность образования “ежей”. Для предупреждения образования “ежей” волокна рекомендуется добавлять в смесь сухих компонентов и только потом затворять ее водой.**

**Ключевые слова:** цементный композит, волокно, армирование.

**Reinforcement of cement composites with various textile fibers is considered. It is noted that when choosing a fiber for reinforcing a cement composite, it is necessary to take into account its properties, quantity and length, technological features of introduction, including the possibility of the formation of "hedgehogs". To prevent the formation of "hedgehogs", it is recommended to add fibers to the mixture of dry components and only then add water.**

**Keywords:** cement composite, fiber, reinforcement.

Армирование цементных композитов разнообразными текстильными волокнами получило широкое распространение с 70-х годов прошлого столетия, хотя использование в качестве армирующего материала, например, хлопковых волокон, шерстяных очесов относится к более раннему периоду [1].

Известен опыт введения в состав цементных композитов разнообразных натуральных (лен, хлопок, джут, кокосовое волокно и др.) [2] и синтетических (полипропилен, полиакрилонитрил и др.) волокон [3-6]. Волокно льна в сочетании с перлитом, выбранным в качестве заполнителя, применялось при изготовлении легкого стенового материала [7]. Вместе с тем установлено, что введение в состав цементного композита волокон льна и хлопка приводит к нежелательному повышению водопоглощения изделий, причем льняное волокно способствует незначительному повышению прочности на сжатие, а хлопковое волокно – на изгиб [8]. При этом укажем на низкую прочность натуральных волокон и их подверженность гниению и разложению во влажной среде. Выгорание введенного в цементный композит хлопкового волокна наблюдается при температуре 270-360 °С, льняного волокна – при температуре 215-315 °С [9]. Отметим, что натуральные волокна в качестве армирующего материала в составе цементных композитов применяются очень ограниченно.

Представляют интерес работы по упрочнению цементных изделий и бетонов путем армирования их стеклянными и стальными волокнами, волокнами углерода, бора, монокристаллическими, керамическими, асбестовыми и другими волокнами. Применялось нейлоновое и полипропиленовое волокно длиной 16-38 мм, в количествах, соответственно, 1-3 % и 0,2-2 % от объема цементного композита. Способ непрерывного производства панелей, армированных волокнистым материалом, предусматривал использование волокон длиной 20-100 мм в количестве 5-15 % от объема цементного композита [10]. Обратим внимание на волокно лавсана, которое изготавливается круглого сечения, имеет гладкую блестящую поверхность, характеризуется высокой упругостью. Лавсан не подвержен гниению во влажной среде, но его введение в состав цементного композита мало эффективно, поскольку это волокно взаимодействует с цементным композитом только механически, оно плохо

обволакиваются цементно-песчаной смесью и химически не взаимодействует с продуктами гидратации портландцемента. На поверхности раздела «волокно – цементный композит» не образуется промежуточной зоны, химический состав и свойства которой отличались бы от этих разнородных материалов. Как следствие, вклад волокон лавсана в упрочнение цементного композита невелик [11].

Использование стальных волокон при армировании цементных композитов эффективно [12], но требует учета их подверженности коррозии [13]. Результаты исследования влияния стеклянных волокон на свойства цементного композита (бетона) достаточно полно изложены в работе [14]. Отметим лишь, что в воде и водных растворах поверхностно-активных веществ прочность стеклянного волокна снижается до 50-60 %, полностью восстанавливаясь после высушивания. Механизм понижения прочности стеклянного волокна связан с адсорбционным воздействием среды, образованием трещин в слабых местах поверхностного слоя, приводящих к разрушению волокон. Вместе с тем, в работе [15] отмечено, что применение полимерных, стеклянных, базальтовых волокон возможно в производстве автоклавных ячеистых бетонов.

Для армирования цементных композитов, подлежащих автоклавной обработке, важно чтобы волокно не теряло своих свойств после длительного воздействия водяного пара и температуры. С этой точки зрения могут быть перспективны полиамидные волокна. Температура плавления полиамидных волокон (за исключением рильсана), позволяет им выдерживать автоклавную обработку, проводимую в интервале температур 175-192 °С. Введение полиамидных волокон, в частности, капрона даже в незначительных количествах способно несколько повысить прочность автоклавного ячеистого бетона [16].

Известно применение в качестве армирующих элементов для цементных композитов тканых сеток на основе углеродных волокон, увеличивающих несущую способность строительных изделий [17].

К настоящему времени существуют множество рекомендаций относительно количества вводимого волокна и его длины [10, 18-21] и методов расчета критической длины волокон в цементном композите [10]. Количество вводимых в цементный композит волокон в большинстве случаев колеблется от 0,3 до 2 % по объему. Как правило, сложность введения любых волокон в цементный композит заключается в том, что при перемешивании волокна сбиваются в комки, так называемые, «ежи», состоящие из хаотически переплетенных волокон и частиц цемента. С увеличением длины волокон вероятность образования «ежей» возрастает [22]. Для предупреждения образования «ежей» волокна целесообразно добавлять в смесь сухих компонентов и только потом затворять ее водой. Отметим, что при интенсивном сухом перемешивании волокон с частицами цемента и заполнителя, на поверхности волокон, вследствие трения образуются шероховатости, которые в последующем будут способствовать лучшему сцеплению волокон с цементным камнем.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Заменители теплоизоляционно-монтажных материалов. Инструктивные указания по изготовлению и применению. – М.: Стройиздат Наркомстроя, 1943. – 27 с.
2. Использование отходов текстильной промышленности в производстве строительных композитов / В.Е. Румянцева, В.С. Коновалова, Е.В. Румянцев, О.И. Одинцова, Н.С. Касьяненко // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности, 2021. – № 6. – С. 21-29.
3. Effect of sepiolite on mechanical and physical properties of fiber cement / R. Jarabo, E. Fuente, H. Savastano, C. Negro // ACI Materials journal. – 2014. – vol.111. – № 4. – P. 355-362.
4. Смирнова, О.М. Свойства тяжелого бетона дисперсно-армированного синтетическим микроволокном / О.М. Смирнова, Е.В. Андреева // Строительные материалы. – 2016. – № 11. – С. 17-20.
5. Skrikanth Koniki. Badania wytrzymałości oraz zależności naprężenie-odkształcenie betonu o dużej wytrzymałości zbrojonego mieszania włókien polipropylenowych i poliestrowych / Skrikanth Koniki, Ravi Prasad // Cement. Wapno. Beton. – 2018. – № 1. – S. 67-77.

6. Bodak, P. Analiza wzmocnień typu NSM materiałami FRP w świetle badań eksperymentalnych / P. Bodak // Przegląd budowlany. – 2019. – № 3. – S. 22-28.
7. Fic, S. Badanie kompozytu opartego na lekkich wypełniaczach (len i perlit) do zastosowań w budownictwie jako materiał ścienny / S. Fic, P. Brzyski // Przegląd budowlany. – 2015. – № 2. – S. 30-35.
8. Щепочкина, Ю.А. Мелкозернистые бетоны, армированные волокнами хлопка и льна / Ю.А. Щепочкина // Интеграция образования и науки: вызовы современного мира. Сб. матер. II Междунар. научно-практ. конф. – Актобе, 2015. – С. 287-290.
9. Jianqiang Wei Degradation of natural fiber in cement composites containing diatomaceous Earth / Jianqiang Wei, Bora Gencturk // Materials in Civil Engineering, 2018. – vol. 30. 04018282-1...04018282-17.
10. Дисперсно-армированный бетон и изделия из него. Тематическая подборка. – Рига: ЛатНИИИТИ, 1979. – 44 с.
11. Щепочкина, Ю.А. Цементный композит с волокнами лавсана / Ю.А. Щепочкина // Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоемкие технологии и материалы. Сб. матер. XXIV Междунар. научно-практ. форума “SMARTEX-2021”. – Иваново, 2021. – С. 158-160.
12. Egem Teomete. Zależność pomiędzy oporem elektrycznym i odkształceniem przy ściskaniu kompozytów cementowych zbrojonych włóknami stalowymi / Egem Teomete, Ozgun Ylким Kocyigit // Cement. Wapno. Beton. – 2015. – № 4. – S. 244-252.
13. Щепочкина, Ю.А. Декоративные бетоны / Ю.А. Щепочкина. – Иваново: ИВГПУ, 2019. – 120 с.
14. Kasagani, H. Wpływ dodatku szklanych włókien o jednakowej długości i mieszanych na właściwości betonu / H. Kasagani, C.B.K. Rao. // Cement. Wapno. Beton. – 2016. – № 5. – S. 361-372.
15. Gębarowski, P. Zbrojenie rozproszone w awtoklawizowanym betonie komórkowym / P. Gębarowski, P. Romanowski // Materiały budowlane. – 2018. – № 3. – S. 73-74.
16. Щепочкина, Ю.А. Полиамидное волокно как армирующий материал для цементных композитов / Ю.А. Щепочкина // Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоемкие технологии и материалы. Сб. матер. XXIII Междунар. научно-практ. форума “SMARTEX-2020”. – Иваново, 2020. – С. 231-234.
17. Симаков, О.А. Применение в качестве внешнего армирования железобетонных элементов тканых сеток из углеродных волокон / О.А. Симаков. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2019. – № 3. – С. 57-61.
18. Курбатов, Л.Г. Некоторые вопросы проектирования и экономики конструкций, армированных стальными фибрами / Л.Г. Курбатов, В.П. Романов // Сб. науч. тр. Фибробетон и его применение в строительстве / Под ред. Б.А. Крылова, К.М. Королева. – М.: НИИЖБ, 1979. – С. 12-23.
19. Макаричев, В.В. О ячеистом бетоне, армированном волокнами / В.В. Макаричев // Сб. науч. тр. Фибробетон и его применение в строительстве / Под ред. Б.А. Крылова, К.М. Королева. – М.: НИИЖБ, 1979. – С. 84-86.
20. New testing approach for extracting the shear friction material properties of ultra-high-performance fiber-reinforced concrete / A.B. Sturm, P. Visintin, K. Farries, D.J. Oehlers // Materials in Civil Engineering, 2018. – vol. 30. 04018235-1...04018235-13.
21. Гусев, Б.В. Цементы и бетоны – тенденции развития / Б.В. Гусев, С. Ин Иен-лян, Т.В. Кузнецова. – М.: Научный мир, 2012. – 136 с.
22. Крылов, Б.А. Фибробетон и перспективы его применения в строительстве / Б.А. Крылов // Сб. науч. тр. Фибробетон и его применение в строительстве / Под ред. Б.А. Крылова, К.М. Королева. – М.: НИИЖБ, 1979. – С. 4-11.

## ФИЛОСОФИЯ АПСАЙКЛИНГА И ПРАКТИКА ЦИФРОВОГО РЕДИЗАЙНА МЕХОВЫХ ИЗДЕЛИЙ

### PHILOSOPHY OF UPCYCLING AND THE PRACTICE OF DIGITAL FUR REDESIGN

К. Али кызы, М.А. Гусева, Е.Г. Андреева, А. Швайбович  
K. Aly kyzy, M.A. Guseva, E.G. Andreeva, A. Shvaybovich

Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина  
(Технологии. Дизайн. Искусство) (Москва)  
Kosygin State University of Russia (Technology. Design. Art) (Moscow)  
E-mail: guseva\_marina67@mail.ru

На удовлетворение социогенных потребностей человека в красивой одежде направлены творчество дизайнеров моды и деятельность предприятий швейной отрасли промышленности. Доступность дешевой одежды приводит к затовариванию рынка и истощению природных запасов. Апсайклинг и творческая переработка бывших в употреблении вещей актуализируют идеологию бережного ресурсопользования. В статье рассмотрен цифровой редизайн меховых изделий как современная технология формирования новой эстетики одежды из бывших в употреблении материалов со сложнофактурной поверхностью.

**Ключевые слова:** редизайн, мех, сложнофактурная поверхность, цифровые двойники.

The creativity of fashion designers and the activities of enterprises in the clothing industry are aimed at satisfying the sociogenic needs of a person in beautiful clothes. The availability of cheap clothes leads to overstocking of the market and the depletion of natural resources. Upcycling and a creative recycling of used things, actualizes the ideology of careful resource management. The article considers the digital redesign of fur products as a modern technology for the formation of a new aesthetics of clothing from used materials with a complex textured surface.

**Key words:** redesign, fur, textured surface, digital twins.

В философии говорят о «композиционном взаимопересечении биологических и социальных потребностей» людей [1], результатом которого является актуализация тех или иных желаний, мотивация поступков и творческих поисков. Потребности современного человека в модной и красивой одежде относят к категории «бытийных, удовлетворяющих комфорт и качество жизни» [2]. Способность ранжировать свои потребности привела человечество к новому осмыслению влияния производственной деятельности на экологическую обстановку. Вырубка лесных массивов, нерациональное использование природных ресурсов, загрязнение воздуха, почвы, воды — все это приводит к истощению запасов, в том числе и сырья и материалов, используемых для производства одежды. В 21-столетии модная индустрия, запуская феномен «быстрой моды» (Fast fashion), оказала пагубное воздействие на экологию. Быстрая мода подразумевает частый и укоренный вывод на рынок модных коллекций. Представляя актуальные тренды и глобальные маркетинговые программы, производители одежды навязывают, таким образом, необходимость приобретения вещей, вынуждая потребителей совершать больше импульсивных покупок, приводящих к перенасыщению. Благодаря невысокой стоимости материалов, предложения на рынке Fast fashion одежды категории эконом изобилуют недорогими вещами, что стимулирует потребителей активно обновлять свой гардероб. Поэтому избыточное потребление больших объемов дешевой модной одежды стало негативным последствием такого производства.

Противоположное явление – «медленная мода» – связано с идеологией рационального потребления, основанного на «замедлении темпов обращения стиля, многократную переработку материалов, обращение к экологическому стандарту и этике потребления» [3]. Принципы «медленной моды» пересекаются с концепцией «Ноль отходов»,

сформулированной экспертами Greenpeace – Международного Альянса в области охраны окружающей среды и бережного ресурсопользования. Один из девизов идеологии «Ноль отходов» — это переработка бывшей в употреблении одежды, «создание новых вещей, а не отходов» [4].

Появление нового тренда «апсайклинг (upcycling)», означающего вторичное использование материалов бывшей в употреблении одежды для изготовления абсолютно новых изделий улучшенного дизайна [5], обусловлено видоспецифической потребностью людей в области эстетического совершенства мира и своего облика, в частности [1]. С развитием меховой моды, восприятие обществом потребностей в меховом гардеробе многократно менялось. Так, агрессивность движения зоозащитников в период 1979-1989 гг. привела к разрушению меховой отрасли в Европе [6]. Восстановлению потребностей общества в эстетически совершенных моделях одежды из меха способствовали поистине героические усилия дизайнеров Sonia Rykiel, Roberto Cavalli, Domenico Dolce&Stefano Gabbana, представивших в 2004 г. свои меховые коллекции на модных показах [7]. С этой переломной даты началось возрождение меховой моды - модная меховая одежда становится предметом дизайна [8]. Знаковым приемом разработки новых образов является художественное оформление поверхности мехового изделия [9]. На повышение декоративности моделей (рис. 1) направлены новые технологии: инкрустация мехового полотна, аппликации меховыми элементами [10] по текстилю и меху, геометрическая мозаика. Востребованы новые способы окрашивания и стрижки волосяного покрова пушно-меховых полуфабрикатов.



Рис. 1. Примеры технологий сложного декорирования поверхности в одежде:  
а – орнаментальная интарсия (бренд МЕХА ЕКАТЕРИНА); б – мозаичная инкрустация (LIE SANG BONG); в – аппликация по меху (Fendi);  
г – аппликация по текстилю (Dolce & Gabbana) [11]

Натуральный мех, будучи износостойким материалом [12], позволяет длительно эксплуатировать одежду, следовательно, бывшие в употреблении вещи могут быть использованы для разработки совершенно новых изделий или креативной отделки. Анализ востребованности в России услуги редизайна меховой одежды показал, что потребители заинтересованы в преобразении как вещей с разрушенным волосяным покровом, так и старомодных изделий, качество меха которых сохранилось. Нежелание людей расставаться с меховой одеждой обусловлено высокой стоимостью и восприятием изделий из меха как предметов роскоши, обладающих повышенными эстетическими свойствами.

Экспресс-опрос среди целевой аудитории показал, что в настоящее время востребован эстетический редизайн. Целью эстетического редизайна является кардинальное изменение композиции и формы изделия [13]. Эффект достигается переключением, сменой ассортимента,



изменением цвета и фактуры волосяного покрова. Наиболее креативный итог – разбор изделия на фрагменты, компоновка их в группы, сходные по качеству меха, и использование полученных полуфабрикатов в качестве деталей для аппликации или мозаичной инкрустации. По сути, речь идет о рациональном использовании меховых отходов, в том числе, о меховых лоскутах, сформировавшихся после реставрации или редизайна. Такой вид отделки швейных изделий, как инкрустация и аппликация предполагает использование маломерных остатков материала (см. примеры на рис. 1 в, г), что позиционирует технологию как экологичный вид дизайна, приближающийся, по существу, к безотходному производству. Меховые обрезки невысокого качества целесообразно использовать в производстве аксессуаров (рис. 2) и нетрадиционных изделий разных форм – от confeccionирования маркеров потенциальных объектов хищения до декоративной облицовки стен [14].



Рис. 2. Примеры использования меховых отходов: а – браслет; б – брошь; в – ободок; г – зимние наушники и варежки (фото из открытых источников)

В качестве объекта апсайклинга выбран женский головной убор (модель «колпак» округлой формы со слегка вытянутым верхом) из овчины отечественного производства. Шкуры русских грубошерстных овец отличает плотная и прочная кожаная ткань [15, с. 10] и упругий шерстный покров, свойство несволачиваемости которому придает множество равномерно распределенных остевых волос [16, с. 39]. Мех исследуемого изделия густой, угол наклона волосков приближен к прямому. Мех хорошо проглажен и расчесан, равномерно подстрижен до высоты 12 мм и окрашен в черный цвет, что позволило производителю избежать разнооттеночности в изделии, изготовленном из нескольких деталей. Толщина кожаной ткани образца – 0,8 мм. Головной убор мягкой формы, меховые детали расположены только по лицевой стороне изделия. Для скроя, предположительно, были использованы хребтовая и огузочная части шкуры, обладающие наивысшим качеством по сравнению с другими топографическими участками. При раскрое мехового полуфабриката скорняком предприятия выбрано направление роста волос сверху вниз.

По теплозащитности мех овчины относят группе со средними характеристиками, значение суммарного теплового сопротивления овчинного полуфабриката – в пределах 0,312 °С•м<sup>2</sup>/Вт [16], поэтому головные уборы из этого вида меха востребованы в районах с холодными и ветренными зимами. Исследуемый головной убор эксплуатировался потребителем в московском регионе в течение двух сезонов. Степень износа меха незначительна, истиранию подвергнуты участки вдоль линии присада шапки. После удаления зоны с разрушенным и засаленным волосяным покровом, разбора головного убора на детали по линиям швов, полученные фрагменты мехового полуфабриката, по согласованию с заказчиком, решено использовать для декоративного кармана женского жилета из шерстяной ткани.

Старт декорированию одежды из текстиля меховыми деталями средних и малых размеров (карманы, воротники, рукава, погоны, паты, отвороты рукавов и т.п.) был положен дизайнерами Модных Домов Fendi, Valentino, Michael Kors, Chanel, Gabriele Colangelo, Dsquared, Laura Biagiotti, Kenzo и др. Креативные отделочные меховые элементы разнообразны по форме и участкам расположения в изделиях (рис. 3). Кроме того, современная мода предлагает разнообразные сочетания в моделях цветового решения меха и основного материала.

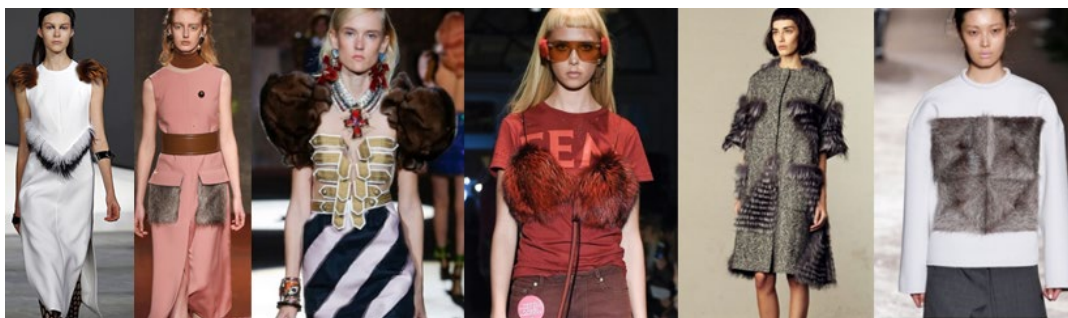


Рис. 3. Примеры декорирования одежды из текстиля меховыми деталями малых и средних размеров [17]

В проектируемой модели женского жилета решено акцентировать декоративность отделочных элементов (карманы), с этой целью сохранен оригинальный дизайнерский элемент головного убора – инкрустация поверхности в виде растительного орнамента (рис. 4а). Монохромное сочетание цветов (черный/белый, total black/total white) – самое яркое из-за высокой контрастности. Черно-белая классика символизирует строгую элегантность и сочетается со всеми оттенками цветового спектра, в том числе с синим – цветом основного материала проектируемого жилета.

На этапе эскизирования применена графическая программа CLO3D. Инструментарий САПР-симулятора позволяет с высокой степенью достоверности сформировать трехмерный образ изделия. Ранее проведенные авторами эксперименты по тестированию функционала CLO3D показали, что для визуализации фактурности меховой поверхности необходимо применить технику рендеринга, основные настройки параметров для визуализации графических примитивов (волосков меха) расположены в картах свойств Fur Shape (Length, Thickness, Glossiness, Density, Segments, Taper и др.) [18]. Хотя изображение цифрового двойника стриженной овчины воспринимается тандемом дизайнер/потребитель как достоверное (рис. 4, б), настройка опции Density не позволяет в цифровом двойнике получить идентичное натуральному меху значение параметра «густота волосяного покрова». Так, количество волос на 1 см<sup>2</sup> мехового полуфабриката овчины составляет в 4-8 тыс. шт. [16]. Диапазон настройки свойства Density варьируется 0-999 inch<sup>2</sup> [19]. Для визуализации в CLO3D волосяного покрова меха объекта редизайна (рис. 4б) выбрана величина параметра 935 баллов.

В среде симулятора CLO3D проведена виртуальная примерка проектируемой модели одежды на аватаре (рис. 4, в). Вариацией расположения декоративных меховых деталей найдено оптимальное композиционное решение изделия.



Рис. 4. Этапы цифрового редизайна: а – фото натурального изделия, б – цифровой аналог меховой детали, в – виртуальная примерка

Цифровая примерка – современный удобный инструмент, позволяющий исключить промежуточное макетирование, что является своеобразным откликом на концепцию апсайклинга.

Современная меховая мода формирует в общественном сознании определенные ценностные категории. Высокая стоимость пушно-мехового сырья – основной тормозящий фактор роста востребованности модной меховой продукции. Поэтому парадигма эстетического редизайна направлена как на распространение новых креативных образов, так и на увеличение срока службы вещей из меха. Реставрируя и обновляя дизайн одежды с использованием мехового лоскута, человечество сохраняет природные ресурсы, совершенствует этику потребления.

Новый цифровой инструментальный трехмерного эскизирования позволяет в интерактивной форме с участием клиентов швейных предприятий формировать дизайн и визуальный образ будущего изделия, что повышает удовлетворенность потребителей результатом реставрационных работ.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Леонтьев, А. Н. Потребности, мотивы и эмоции. - М: Изд-во Моск. ун-та, 1971. - 38 с.
2. Момджян К.Х. К типологии человеческих потребностей. Статья 1. // Вестник Московского университета. Серия Философия. 2015. №4. – с. 78-94.
3. Васильева Е. Стратегия моды: феномен нового и принцип устойчивости // Теория моды: тело, одежда, культура. № 52, 2019, с. 19-35.
4. Greenpeace [Сайт]. URL: <https://greenpeace.ru/> (дата обращения 14.08.2022).
5. Алибекова М.И., Белгородский В.С., Андреева Е.Г., Гетманцева В.В. Апсайклинг и ресайклинг как способ реализации дизайнерской концепции в художественном проектировании костюма // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2022. № 1 (397). С. 305-310.
6. Gibson R.W. Animal Rights Assaults: Activists Aim to Skin the Fur Industry//The Los Angeles Times'.- 1989, April 30. [http://articles.latimes.com/1989-04-30/news/mn-3137\\_1\\_anti-fur-fur-free-furriers](http://articles.latimes.com/1989-04-30/news/mn-3137_1_anti-fur-fur-free-furriers) (дата обращения: 24.12.2016).
7. McQuaid P. Fur is everywhere this fall, but will L.A.'s Fashionistas accept it?: Warming Trend// The Los Angeles Times'.- 2004, August 15. URL: <http://articles.latimes.com/2004/aug/15/magazine/tm-fur33> (дата обращения: 24.12.2016).
8. Mei D. Fur and fur clothing creative design. - Beijing: China Textile Press, 2005.- 277 p.
9. Борисова Е.Н., Койтова Ж.Ю., Муравская Н.Н. Редизайн в одежде из овчинных дубленочных материалов // В сборнике: ИННОВАЦИИ И ТЕХНОЛОГИИ К РАЗВИТИЮ ТЕОРИИ СОВРЕМЕННОЙ МОДЫ «МОДА (МАТЕРИАЛЫ. ОДЕЖДА. ДИЗАЙН. АКСССУАРЫ)». Сборник материалов I Международной научно-практической конференции, посвященной Фёдору Максимовичу Пармону. Москва, 2021. С. 174-178.
10. Ташпулатов С.Ш., Темирова Г.И., Черунова И.В., Расулмухамедова Б.А., Азимова М.Н. Разработка способа изготовления меховых изделий на основе ресурсосбережения // Universum: технические науки. 2021. № 11-3 (92). С. 55-59.
11. Коллекции одежды. MIFUR. URL:<http://www.mifur.com> (дата обращения 11.08.2021).
12. Муравская Н.Н., Белоногова М.Н., Куркова В.С. Исследование износостойкости пушно-меховых полуфабрикатов// Вестник Костромского государственного технологического университета. – 2013, №1 (30). - С.35-37.
13. Гусева М.А., Гетманцева В.В., Андреева Е.Г., Петросова И.А., Белгородский В.С. Цифровые технологии для процесса редизайна меховой одежды // Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоемкие технологии и материалы (SMARTEX). 2019. № 1-1. С. 181-185.
14. Гусева М.А., Андреева Е.Г., Петросова И.А. Использование натурального меха в изделиях различных форм // Международный научно-исследовательский журнал. 2016. № 8-3 (50). С. 39-43.

15. Пармон Ф.М. Проектирование и изготовление изделий из шубной овчины. — М.: Легпромбытиздат, 1989.— 192 с.
16. Трухачев В.И., Балакирев Н.А., Юлдашбаев Ю.А. и др. Формирование и управление качеством шубных и меховых овчин. - Москва, 2019. – 140 с.
17. VOGUE [Сайт]. URL: <http://www.vogue.ru/collection/> (Дата обращения: 15.05.2020)
18. Гусева М.А., Андреева Е.Г., Али к. К. Трехмерная графика виртуального эскиза как инструмент онлайн-мерчандайзинга меховой одежды // Дизайн и технологии. 2021. № 83-84 (125-126). С. 32-42.
19. Гусева М.А., Андреева Е.Г., Белгородский В.С., Али кызы К., Балакирев Н.А., Разумеев К.Э. Инструменты визуализации эстетических и геометрических характеристик пушно-меховых полуфабрикатов/ Свид-во о регистрации базы данных 2021622735. Оpubл. 01.12.2021, бюл. № 12.

## РАЗРАБОТКА МЕТОДИК ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ХИРУРГИЧЕСКИХ ШОВНЫХ МАТЕРИАЛОВ

### DEVELOPMENT OF METHODS FOR ASSESSING THE QUALITY OF SURGICAL SUTURE MATERIALS

М.Ф. Ануфриева, Л.И. Осипова, А.В. Курденкова, Я.И. Буланов  
M.F. Anufrieva, L.I. Osipova, A.V. Kurdenkova, Ya.I. Bulanov

Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина  
(Технологии. Дизайн. Искусство) (Москва)  
Kosygin State University of Russia (Technology. Design. Art) (Moscow)  
E-mail: kurdenkova-av@rguk.ru

В работе проведена оценка качества и предложены методики определения гладкости и жесткости хирургических шовных материалов (нитей). Гладкость нити оценивалась по величине усилия скольжения по металлическому цилиндру и цилиндру, обтянутому свиной кожей. При оценке гладкости материалов было выявлено, что плетеные образцы являются более гладкими. Определена прочность различных видов узлов хирургических нитей. Испытания проводились до и после выдерживания нитей во влажной жировой среде. Выявлено, что влажная жировая обработка приводит к увеличению жесткости хирургических шовных материалов, что оказывает влияние на их манипулятивные и прочностные свойства. Разработана программа для выбора оптимального вида хирургического узла в зависимости от жесткости нити, что поможет хирургам в выборе нити для проведения операций.

Ключевые слова: хирургические шовные материалы, хирургическая нить, соединение тканей, прочность, гладкость нити, усилие скольжения, хирургические узлы, жесткость нити.

The paper evaluates the quality and suggests methods for determining the smoothness and stiffness of surgical suture materials (threads). The smoothness of the thread was estimated by the magnitude of the sliding force on a metal cylinder and a cylinder covered with pigskin. When assessing the smoothness of the materials, it was revealed that the braided samples are smoother. The strength of various types of nodes of surgical threads was determined. The tests were carried out before and after holding the threads in a moist fatty environment. It was revealed that wet fat treatment leads to an increase in the rigidity of surgical suture materials, which affects their manipulative and strength properties. A program has been developed to select the optimal type of surgical node depending on the stiffness of the thread, which will help surgeons in choosing a thread for operations.

Keywords: surgical suture materials, surgical thread, tissue connection, strength, thread smoothness, sliding force, surgical knots, thread stiffness.

Текстильные материалы применяются в различных сферах деятельности человека, в том числе и в медицине, одним из основных материалов, которые применяются на постоянной основе, является хирургическая нить [1].

Хирургическая нить представляет собой изделие, основной целью которого является соединение тканей в ране человека [2]. Данный процесс является минимально инвазивным, но несет в себе крайне важную функцию завершения оперативного вмешательства и послеоперационного периода, хирургическая нить должна обладать свойствами, ни одно из которых не может быть не принято во внимание при изготовлении материала и его дальнейшем применении при оперативном вмешательстве [3-6].

Качество хирургической нити обусловлено ее свойствами, которые заключаются в прочности шовного материала, данный показатель является важной характеристикой по причине обеспечения прочности всей шовной конструкции, а также сохранения прочности нити при фиксации шва узлом [7].

В качестве объектов исследования данной работы были выбраны хирургические шовные материалы (табл. 1).

Таблица 1

## Объекты исследования

№	Артикул нити	Наименование изделия	Способ формирования нити
1	019/02	Нить полиэфирная с фторполимерным покрытием, окрашенная	Плетеная
2	019/04	Нить полиэфирная с фторполимерным покрытием, окрашенная	Плетеная
3	019/11	Нить полиамидная с фторполимерным покрытием, окрашенная	Крученая, 27 кр/м, направление S
4	019/14	Нить полиамидная с фторполимерным покрытием, окрашенная	Крученая, 29 кр/м, направление S
5	019/15	Нить полиамидная с фторполимерным покрытием, неокрашенная	Плетеная

Линейная плотность нитей определялась по ГОСТ 6611.1. Результаты измерения линейной плотности приведены в табл. 2.

Таблица 2

## Линейная плотность нитей

Артикул нити	Линейная плотность нити в сухом состоянии, текс	Линейная плотность нити в мокром состоянии, текс
019/2	50	70
019/4	160	210
019/11	130	200
019/14	60	80
019/15	140	200

За характеристику гладкости принималось усилие скольжения по металлическому цилиндру и цилиндру, обтянутому свиной кожей. Для испытаний использовалась испытательная система Инстрон серии 4411.

При испытании нитей необходимо иметь устройство, позволяющее устанавливать на платформе разрывной машины в нижнем зажиме или рядом с зажимом держатель для крепления цилиндра. За результат принимается среднее по 10 измерениям[4].

Диаметр цилиндра составил 20 мм. Результаты приведены в табл.3.

Таблица 3

## Результаты определения усилия скольжения, Н

Характеристика намотки	Артикул нити				
	019/02	019/04	019/11	019/14	019/15
1 оборот (по металлу)	1,5	1,8	2,3	2,5	2,1
2 оборота, витки расположены на расстоянии (по свиной коже)	2,8	3,1	3,5	3,8	3,6

Продолжение таблицы 3

Характеристика намотки	Артикул нити				
	019/02	019/04	019/11	019/14	019/15
2 оборота, витки расположены близко (по свиной коже)	2,5	2,6	3,2	3,3	2,9
2 оборота, витки расположены на расстоянии (по металлу)	2,8	3,2	3,6	3,5	3,3
2 оборота, витки расположены близко (по металлу)	1,9	2,2	2,8	2,6	2,4

Расположение витков и материал, по которому скользит нить, оказывают влияние на величину усилия скольжения. Также оказывает влияние вид формирования нити. Плетеные нити являются более гладкими.

Разрывная нагрузка нити в узле определялась по ГОСТ 31620.

Таблица 4

## Разрывная нагрузка в узле, Н

Вид узла	Артикул нити				
	019/02	019/04	019/11	019/14	019/15
Без воздействия влажной жировой среды					
Простой по ГОСТ 31620	20,7±0,4	88,8±2,5	84,5±2,9	82,2±2,4	73,4±1,7
1x1	0,9±0,1	16,6±2,5	12,8±3,0	5,4±2,3	7,9±2,8
1=1	18,3±0,7	72,2±5,4	77,3±5,9	39,5±2,9	48,5±8,8
1x1x1	18,1±0,4	57,3±9,6	78,9±7,9	46,4±3,5	68,7±3,0
1=1=1	17,2±0,5	73,5±4,0	80,5±5,5	41,1±2,8	67,7±2,9
2x1	19,3±0,6	55,0±5,9	78,7±5,1	63,2±5,6	68,4±5,3
2=1	20,7±0,4	46,3±8,3	77,5±7,6	44,3±2,7	45,2±9,3
После воздействия влажной жировой среды					
Простой по ГОСТ 31620	18,5±0,6	75,2±2,1	72,5±2,9	79,1±2,9	65,8±2,3
1x1	0,7±0,1	14,3±1,8	9,5±2,1	3,1±2,7	5,7±1,8
1=1	16,2±0,6	65,7±4,7	71,2±4,7	36,7±2,1	42,5±2,4
1x1x1	17,4±0,5	48,6±4,8	73,4±6,8	39,5±3,3	66,7±2,4
1=1=1	16,7±0,4	69,5±5,4	75,9±6,1	35,4±3,1	61,8±3,2
2x1	17,2±0,3	51,8±4,7	71,2±5,4	55,8±6,1	62,5±4,9
2=1	18,8±0,5	42,1±5,7	74,6±6,9	41,5±2,8	41,2±6,8

Воздействие влажной жировой среды приводит к снижению прочности образцов.

При сравнении прочности узлов установлено, то наибольшую разрывную нагрузку имеет простой узел независимо от вида нити. Наименьшую разрывную нагрузку имеет узел 1x1. Разрывная нагрузка простого узла и узла 1x1 имеет наибольшие значения у образца арт. 019/04, а наименьшая - у образца арт. 019/02. Прочность узлов 1=1, 1x1x1, 1=1=1, 2x1 и 2=1 наибольшая у образца арт. 019/11.

В работе предложена программа для выбора оптимального вида узла по жесткости нити с последующим прогнозированием прочности при растяжении.

Для установления градаций жесткости предлагается расчет соотношения вертикального и горизонтального размеров петли нити длиной 10 мм (рис. 1).

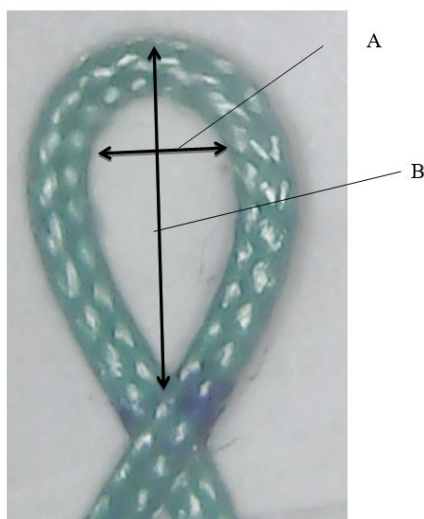


Рис. 1. Геометрические размеры петли для оценки жесткости нити

По соотношению  $X$  размеров петли определяется градация жёсткости  $X=B/A$ , где  $B$  – максимальный размер петли по вертикали, мм;  $A$  – максимальный размер петли по горизонтали, мм.

Соотношение  $X$ , равное  $0,7 \dots 1,0$ , характеризует петлю средней жесткости, при  $X > 1,0$  нить высокой жесткости, при  $X < 0,7$  – нить с низкой жесткостью [10].

Алгоритм выбора оптимального узла представлен на рисунке (рис. 2).



Рис. 2. Алгоритм выбора оптимального узла

Загружая изображение петли, полученное с помощью микроскопа, в программу, в которой содержится база данных по градациям жесткости нитей, размеров узлов, а также результатов разрывной нагрузки, определяется оптимальный вид узла и градация его жесткости (рис. 3).



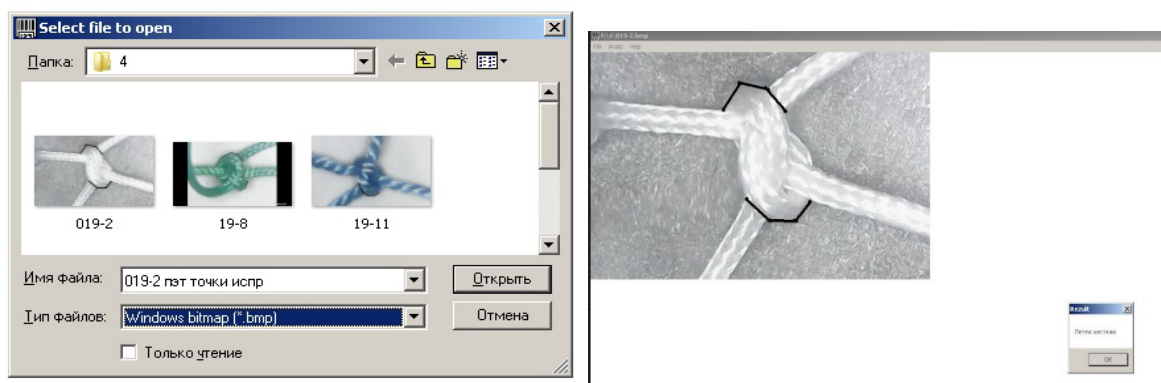


Рис. 3. Программа для определения вида узла

Таким образом, при проведении научных исследований выявлено, что влажная жировая обработка приводит к увеличению жесткости хирургических шовных материалов, что оказывает влияние на их манипулятивные и прочностные свойства.

Выводы:

- Разработаны методики, позволяющие оценить влияние эксплуатационных воздействий на показатели качества хирургических шовных материалов.
- При оценке гладкости материалов выявлено, что плетеные образцы являются более гладкими.
- Разработан метод и испытательный стенд, позволяющий определить скольжение узла хирургического шовного материала.
- Разработан метод комплексной оценки, позволяющий оценить качество хирургических шовных материалов с использованием графического метода. По результатам проведенного исследования и расчета комплексной оценки качества выявлено, что наилучшими характеристиками по совокупности свойств является образец арт. 019/11, так как площадь фигуры, образованной относительными показателями качества, является наибольшей. Наихудшими свойствами обладает образец арт. 019/2.
- Разработана программа, позволяющая определить вид узла в зависимости от жесткости нити.

к

#### ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 31620 «Материалы хирургические шовные. Общие технические требования. Методы испытаний»
2. Осипова Л.И., Курденкова А.В., Буланов Я.И. Классификация и эксплуатационные свойства хирургических шовных материалов // Концепции, теория, методики фундаментальных и прикладных научных исследований в области инклюзивного дизайна и технологий. Сборник научных трудов по итогам Международной научно-практической заочной конференции. Москва, 2020. С. 120-123
3. Осипова Л.И., Курденкова А.В. Анализ ассортимента и свойств хирургических шовных материалов // В сборнике: Дизайн, технологии и инновации в текстильной и легкой промышленности (ИННОВАЦИИ-2020). Сборник материалов Международной научно-технической конференции. 2020. С. 60-63
4. Осипова Л.И., Курденкова А.В., Буланов Я.И., Винокурова Т.И. Оценка качества хирургических шовных материалов // Дизайн и технологии. 2020. № 75 (117). С. 59-63.
5. Осипова Л.И., Курденкова А.В. Основные характеристики шовных материалов // В сборнике: Актуальные проблемы экспертизы, технического регулирования и подтверждения соответствия продукции текстильной и легкой промышленности. Сборник трудов по итогам работы Круглого стола с международным участием. 2021. С. 54-57.
6. Осипова Л.И., Ануфриева М.Ф., Курденкова А.В. Исследование физико-механических свойств хирургических шовных материалов // В сборнике: Инновационное развитие техники

- и технологий в промышленности. Сборник материалов Всероссийской научной конференции молодых исследователей с международным участием. Москва, 2021. С. 91-93.
7. Sazhnev N. A., Gridina N. N., Kil'deeva N. R. Study of the Properties of Biologically Active Films of Chitosan Containing an Anesthetizing Substance // *Fibre Chemistry* volume 52, pages 394–399 (2021)
8. Кузнецов О.Ю., Шутова Т.А., Старшова А.В., Наваррская И.А., Головлев М.Г. Методика оценки антимикробного действия волокнистых материалов при скрининговых исследованиях // *Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности*. 2021. № 3 (393). С. 71-74
9. LangXu, Qian Liu Real-time inextensible surgical thread simulation // *International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery* volume 13, pages1019–1035 (2018)
10. ManasDatta Roy, SubrataGhosh, AyushiYadav&SomsubhraDatta Roy Effect of Coefficient of Friction and Bending Rigidity on Handling Behaviour of Surgical Suture // *Journal of The Institution of Engineers (India): Series E* volume 100, pages131–137 (2019)
11. Осипова Л.И., Ануфриева М.Ф., Курденкова А.В., Винокурова Т.И., Буланов Я.И., Люкшинова И.В., Маркова К.А. Исследование прочности различных видов узлов хирургических шовных материалов // *Известия Высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности*. – 2021. – №5, С. 53-58

## МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ШВОВ В 3Д МОДЕЛЯХ ШВЕЙНЫХ ИЗДЕЛИЙ

### MATHEMATICAL DESCRIPTION OF SEAMS IN 3D MODELS OF SEWING PRODUCTS

Е.О. Архипова, В.В. Гетманцева

E.O. Arkhipova, V.V. Getmantseva

Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина

(Технологии. Дизайн. Искусство) (Москва)

Russian State University named after I.I. A.N. Kosygin (Technology. Design. Art) (Moscow)

E-mail: arhipova-eo@rguk.ru, getmantseva-vv@rguk.ru

**В статье обосновано применение средств математического описания для проектирования швейных изделий, проанализирован способ аппроксимации поверхности для получения математической функции кривой шва в трехмерном пространстве, разработана классификация швов для автоматизации процессов проектирования изделий в трехмерной среде.**

**Ключевые слова:** швейные изделия, аппроксимация поверхности, 3D-моделирование, классификация швов

**The article substantiates the use of mathematical description tools for of garments design, analyzes the method of surface approximation to obtain the mathematical function of the seam curve in three-dimensional space, a classification of seams for automatization of garment design in a three-dimensional environment developed.**

**Key words:** garments, surface approximation, 3D modeling, seam classification

С точки зрения начертательной геометрии поверхность одежды можно классифицировать, как нелинейную и неразвертываемую поверхность.

В начертательной геометрии поверхность рассматривается как геометрический образ, полученный движением некоторой линии в пространстве. Поэтому классификация поверхностей включает в себя принцип классификации по типу линии

Нелинейность поверхности одежды означает, что данная поверхность имеет криволинейную образующую. При этом образующая является не постоянной, а переменной – она изменяется в процессе образования поверхности.

Неразвертываемую поверхность можно развернуть, если ее растянуть, как эластичную пленку или сделать надсечки или разрезы в определенных местах. При этом полученная поверхность развертки является нецелостной, а ее площадь не совпадает с площадью оболочки.

Таковыми надсечками и разрезами развертки неразвертываемой поверхности одежды являются соответственно вытачки и швы. Вследствие чего именно расположение линий членения определяет форму развертки полученной при развертывании одежды.

На практике различие между развертываемыми и неразвертываемыми поверхностями существенно сглаживается, так как даже теоретически развертываемые поверхности (например, конические), не могут быть развернуты абсолютно точно, в то же время неразворачиваемые в теории поверхности могут совмещаться с плоскостью благодаря характеристикам ткани и использованию той или иной технологии обработки деталей [1].

Разработка и научное обоснование точных и эффективных методов получения контуров разверток деталей одежды и обуви до сих пор остается актуальной задачей конструирования в вопросе разработки системы эффективного проектирования деталей развертки. Точность чертежей разверток в значительной степени влияет на материалоемкость,

трудоемкость модели, качество посадки и точность проектируемой формы, исполнения изделия, его эксплуатационные и эстетические свойства.

Образование формы изделия легкой промышленности из плоского материала осуществляется или посредством членения формы на детали конструктивным способом, или посредством принудительной деформации детали (ее геометрических размеров) на некоторых участках с использованием процессов сутюживания и растягивания (или по основе, или по утку, или в косом направлении) в одежде, процесса формования в обуви.

На практике чаще используется комбинированный способ формообразования, обусловленный сложной взаимозависимостью между свойствами материала и желаемой формой, могут преобладать как конструктивные элементы, так и деформация материала на участках детали.

Средствами начертательной геометрии не может быть получена точная развертка поверхности человеческого тела.

Методы получения разверток по способу задания формы можно разделить на два больших класса: приближенные методы, где форма задается посредством создания эскиза модели, а также точные методы (инженерные), в которых форма задается объемным физическим телом.

Современная промышленность в большинстве случаев пользуется приближенными методами конструирования, а именно расчетно-аналитическими методами конструирования, автоматизированными с помощью САПР, но предполагающими множество доработок в макете конструкции. Высокой точности и технологичности построения разверток деталей изделий сложных форм, отвечающих современным требованиям, ни одним приближенным способом достичь невозможно.

В то же время инженерные методы основываются на прямом измерении жестко заданной поверхности аппроксимированной фигуры человека.

Существует множество инженерных методов проектирования, однако применение этих методов довольно ограничено в современной легкой промышленности в связи с недостаточной точностью исходной информации или относительно большой трудоемкостью ее получения и анализа. Еще одним фактором, влияющим на применимость инженерных методов, является невозможность полного математического описания поведения различных материалов в структуре швейного изделия, а также многообразие этих материалов и их физических свойств и методов соединения деталей в конструкции.

Однако, ряд исследований подготавливает почву для формирования полноценных инженерных решений теоретически эффективных для применения в процессе производства одежды.

Так, в исследовании Гальцовой Л.О. [2] представлена математическая модель абрисов и фрагментов поверхностей женской фигуры на основе методов аппроксимации с допустимой погрешностью до 5мм. В связи со сложностью конфигурации линий, определяющих форму поверхности тела женской фигуры, они разбиты на фрагменты в информативных точках (соответствующих антропометрическим точкам фигуры) по принципу однородности их геометрии и возможности описания их простыми математическими функциями.

Так, были выявлены обобщенные математические закономерности описания конфигурации линий поперечных и продольных сечений для различных фигур.

При этом, так как в исследовании были рассмотрены различные типы фигур, было установлено, что для фигур различного телосложения геометрия линий, описывающих одноименные фрагменты поперечных сечений, подобна и линии могут быть графически представлены в обобщенном виде. Только некоторые одноименные фрагменты поперечных сечений для разных типов фигур имеют разную конфигурацию. К ним отнесены фрагменты передней части поперечного сечения, проходящего через сосковую точку, для которых выявлены особенности геометрического описания в зависимости от полноты фигуры (Рис. 1.).

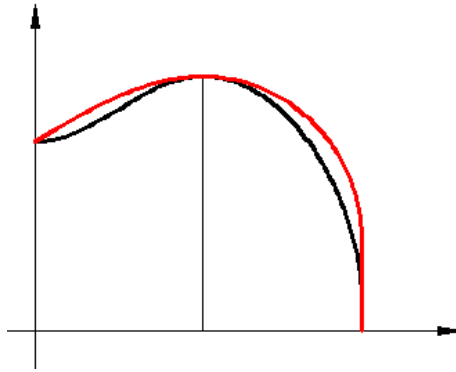


Рис. 1. Поперечное сечение груди для фигур с различной полнотой

По результатам эксперимента получены графические варианты фрагментов сечений женской фигуры и предложены средства их математического описания. Для решения задачи разработки манекена женской индивидуальной фигуры данное исследование дает исчерпывающую информацию. Однако, в решении задачи разработки метода проектирования плечевого изделия необходимо выявить основные варианты членения поверхности швейного изделия, описать положение шва относительно тела человека (или манекена в трехмерном пространстве) с учетом таких показателей, как физические свойства материала, а также необходимые прибавки и места их распределения относительно фигуры в трехмерном пространстве.

Первой задачей является составление классификации швов, необходимых для получения развертки неразвертываемой поверхности швейного изделия.

С точки зрения учебного пособия А.И. Мартыновой [3] так как форма одежды имеет сложную поверхность, то ее развертывание на плоскости невозможно без конструктивных линий членения (расчленения на детали). К таким конструктивным элементам формообразования поверхности одежды относятся швы, вытачки, сборка, а также мягкие и фиксированные складки.

Элементами членения, наиболее приближенной к телу человека развертки одежды являются швы и вытачки в то время, как остальные конструктивные элементы формообразования относятся к моделированию отличных от формы тела человека поверхностей одежды.

Согласно терминологическому словарю одежды [4], швом называется место скрепления деталей одежды, обуви и др. изделий. По способу выполнения бывает ниточным, клеевым и сварным. Самый распространенный - ниточный шов, который выполняют различными способами в зависимости от вида материала, вида изделия, места его расположения, имеющегося оборудования, даже направления моды и др.

В самой формулировке определения рельефа заданы параметры классификации рельефов по нескольким признакам.

Так, можно выделить такие классификационные признаки швов, как функциональность, формообразование, расположение на стороне детали, технологическая и влажно-тепловая обработка шва. Также, относительно готового вида шва, можно выделить такие признаки, как расположение и форма (кривизна).

Таким образом, классификацию швов в виде схемы классификации можно представить так (рис. 2):

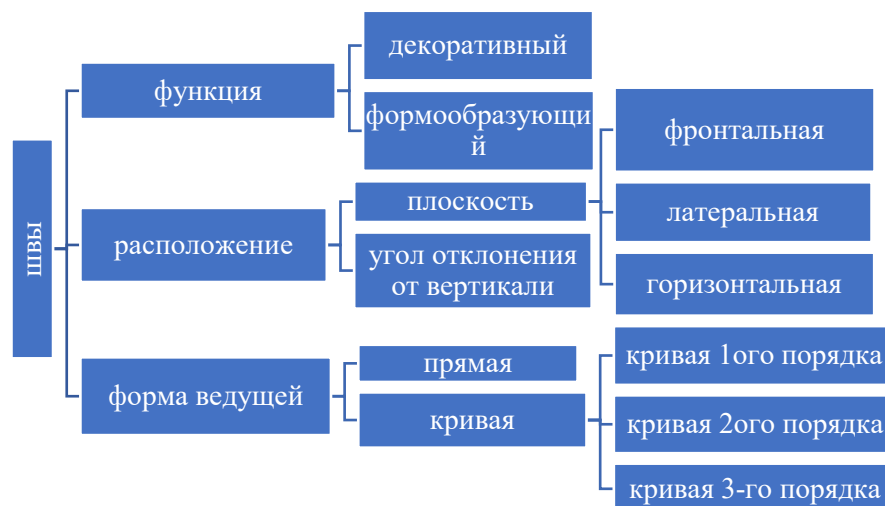


Рис. 2. Классификация швов

Данная классификация не является полной и окончательной и может быть дополнена в процессе дальнейшего исследования.

Кроме наличия большого количества разнообразных видов швов, существенно могут отличаться методы обработки. Однако, существует ряд требований, которые выполняются при проектировании швов в процессе конструирования и планирования технологии обработки данных швов.

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Махоткина, Л. Ю. Конструирование изделий легкой промышленности: теоретические основы проектирования : учебник / Л.Ю. Махоткина, Л.Л. Никитина, О.Е. Гаврилова ; под ред. Л.Н. Абуталиповой. — Москва : ИНФРА-М, 2021. — 274 с. — (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-16-014935-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1210066> (дата обращения: 22.06.2022). – Режим доступа: по подписке.
- 2 Гальцова Л.О. Исследование и разработка математической модели абрисов фигуры человека, определяющих её пространственную форму [текст]/ В.В. Гетманцева, Л.О. Гальцова, М.С. Бояров// Дизайн. Материалы. Технология. 2011. - № 5. С.55-58 (0,3п.л./0,19 п.л.)
- 3 Конструктивное моделирование одежды учеб.пособие для вузов/ А.И. Мартынова, Е.Г. Андреева – М Московская государственная академия легкой промышленности, 2002. – 216 стр.
- 4 Орленко, Л. В. Терминологический словарь одежды: Ок. 2000 слов / Л. В. Орленко. - М.: Легпромбытиздат, 1996. - 344 с.; 21 см.; ISBN 5-7088-0720-2: Б. ц.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЦИКЛОДЕКСТРИНА ПРИ БАКТЕРИЦИДНОЙ ОТДЕЛКЕ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

### THE USE OF CYCLODEXTRIN IN THE BACTERICIDAL FINISHING OF TEXTILE MATERIALS

З.А. Асхабова, А.А. Токарева, Е.Л. Владимирцева  
Z.A. Askhabova, A.A. Tokareva, E.L. Vladimirtseva

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

Работа направлена на придание целлюлозосодержащим волокнистым материалам бактерицидных свойств. Оценивается возможность синтеза и прочного закрепления на ткани биоактивных препаратов, содержащих ионы серебра. Для закрепления композиции на волокне используются макроциклы из олигосахаридов, которые состоят из нескольких молекул глюкозы, соединенные  $\alpha$ -1,4 гликозидными связями. Предложена композиция на основе гидроксипропил- $\beta$ -циклодекстрина и ионов серебра, обеспечивающая требуемый эффект.

Ключевые слова: микрокапсула; антибактериальность; целлюлозосодержащее волокно;  $\beta$ -циклодекстрин.

The work is aimed at imparting bactericidal properties to cellulose-containing fibrous materials. The possibility of synthesizing and firmly attaching to the tissue of bioactive preparations containing silver ions is being evaluated. To fix the composition on the fiber, macrocycles of oligosaccharides are used, which consist of several glucose molecules connected by  $\alpha$ -1,4 glycosidic bonds. A composition based on hydroxypropyl- $\beta$ -cyclodextrin and silver ions is proposed, which provides the desired effect.

Keywords: microcapsule; antibacterial; cellulose fiber;  $\beta$ -cyclodextrin.

В настоящее время одной из наиболее актуальных задач отделочной химии является создание текстильных материалов (ТМ) с новыми функциональными свойствами, обладающих определенными характеристиками (бак- и биоактивности, защитными и пр.). Одно из прогрессивных направлений реализации – модификация волокна при закреплении на их поверхности активных веществ (АВ). Для этой цели успешно применяются методы инкапсуляции АВ в оболочку и иммобилизация их на волокнистом материале. Основой модифицирующих препаратов чаще всего являются синтетические полиэлектролиты (ПЭ) и комплексные соединения с прогнозируемой пролонгируемой устойчивостью [1,2].

Вместе с тем существуют вещества, фактически представляющие собой готовую оболочку для биоактивных композиций, способные как защитить их от действия неблагоприятных факторов, так и прочно закрепить на волокне. К таким веществам относятся так называемые циклодекстрины (CD) [3,4].

Циклодекстринами называют макроциклы из олигосахаридов, которые состоят из нескольких молекул глюкозы, соединенные  $\alpha$ -1,4 гликозидными связями. Центр такого кольца гидрофобный, а наружная часть молекулы — гидрофильная. Это свойство позволяет использовать такие молекулы как реагент для перевода гидрофобных молекул в водный раствор, а также защитить от деградации легко разрушающиеся препараты, снизить летучесть компонентов, испаряющихся при комнатной температуре и т.д. Если молекулы циклодекстринов иммобилизовать на поверхности текстильных материалов, то возможно создание продуктов с новыми функциональными свойствами.

В исследовании оценивалась возможность синтеза и прочного закрепления на целлюлозосодержащем волокне биоактивных Ag-содержащих препаратов при внедрении

ионов серебра в полость  $\beta$ -циклодекстрина. В исследовании использовали готовый препарат на основе наносеребра, производство которого описывалось в работе [5].

Концентрация серебра в рабочем растворе варьировалась от 0,01 до 0,1 г/л. Растворы готовили путем разбавления. Концентрация циклодекстрина в растворе составляла 0,1 г/л. Растворы использовались в сочетании 1:1. Для проникновения ионов серебра в полость HP $\beta$ CD растворы перемешивали в течение 30 мин в условиях термостатирования. Растворы наносили на отбеленную ткань методом пропитки, сушили и промывали. Контрольные образцы обрабатывались в аналогичных условиях разбавленным дистиллированной водой раствором препарата серебра.

Контроль закрепления серебра на волокне проводился спектрофотометрическим способом, что было возможно, поскольку образцы имеют желтовато-коричневый цвет. На спектрофотометре модели YS 3010 снимали коэффициент отражения при  $\lambda=420$  нм, на основании которого определяли показатель интенсивности окраски (K/S). Данные представленные в таблице 1, доказывают, что в присутствии CD закрепление препарата на волокне будет более прочным и проявляет хорошую стойкость к 3-х кратной обработке в мыльно-содовом растворе.

Таблица 1

Интенсивность окраски ткани миткаль, пропитанных раствором серебра

Концентрация раствора серебра, г/л	Интенсивность окраски материала (K/S)			
	Без CD		CD: р-р серебра 1:1	
	Без стирки	После стирки	Без стирки	После стирки
0,01	0,62	0,34	0,80	0,74
0,03	1,22	0,62	1,42	1,05
0,07	1,74	1,34	2,02	1,76
0,1	2,04	1,56	2,73	2,06

Проведенная оценка антибактериальных свойств льняных и хлопчатобумажных текстильных материалов, обработанных составами, включающими CD в сочетании с раствором ионов серебра, также доказывает их эффективность. В качестве объектов исследования использовались отбеленные ткани: «миткаль» (100 % хлопок) и «Веста» (100 % лен).

Испытания антибактериальных свойств проводили по зонам ингибирования роста микробных культур вокруг образцов в соответствии с рисунком [6].

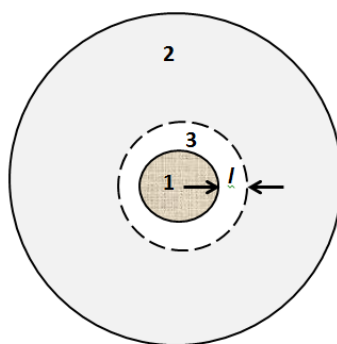


Рис. 1. Схема проведения испытаний антибактериальных свойств текстильных материалов: 1 – испытуемый образец; 2 – питательный раствор для выращивания патогенной микрофлоры; 3 – зона задержки роста патогенной микрофлоры; l – показатель задержки роста патогенной микрофлоры, мм.

Антимикробную активность исследуемых образцов испытывали на следующих тест-культурах:

- грамположительные – *Staphylococcus aureus*;
- грамотрицательные – *Escherichia coli*;



- микроскопические грибы – *Candida albicans*.

Комплексная оценка антибактериальных свойств льняного («Веста») и хлопчатобумажного («Миткаль») текстильных материалов, обработанных растворами серебра с  $\beta$ CD и HP $\beta$ CD до и после стирки представлены в табл. 2.

Таблица 2

Результаты испытаний антибактериальной активности образцов тканей «Миткаль» и «Веста»

Культура	Раствор	Зона задержки роста, мм			
		Миткаль		Веста	
		Пропитка	Пропитка +стирка	Пропитка	Пропитка +стирка
Staphylococcus aureus	Серебро	4,2	1,2	5,4	3,0
	Серебро+ $\beta$ CD	4,4	3,8	5,8	4,2
	Серебро+ HP $\beta$ CD	4,4	4,0	5,3	4,9
Escherichia coli	Серебро	3,3	0,8	4,4	2,0
	Серебро+ $\beta$ CD	3,2	2,5	4,5	3,2
	Серебро+ HP $\beta$ CD	3,1	3,0	4,2	3,8
Candida albicans	Серебро	2,3	0,5	3,3	0,6
	Серебро+ $\beta$ CD	2,2	1,5	3,0	2,2
	Серебро+ HP $\beta$ CD	2,1	1,9	3,0	2,7

На основании представленных в таблице данных можно сделать вывод, что присутствие CD эффективно закрепляет частицы серебра именно на льняном текстильном волокне. Наличие гидроксильных групп  $\beta$ CD вокруг частицы серебра способствует процессу сорбции комплекса на поверхности льняного волокна, включающего не только целлюлозную составляющую, но и такие вещества как лигнин, пектины и гемицеллюлозы. В общем случае можно констатировать, что создание CD-оболочки стабилизирует ультрадисперсные частицы серебра, и способствует более прочному закреплению их на волокне.

*Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ и Департамента экономического развития и торговли Ивановской области в рамках научного проекта № 20-43-370012*

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Decher, G. Fuzzy Nanoassemblies: Toward Layered Polymeric Multicomposites // Science. 1997. V. 277. P. 1232–1237.
2. Букреева Т.В., Фейгин Л.А. Нанокapsулы из полимеров // Природа. 2013. №. 12. С. 78–84.
3. Циклодекстрины. Итоги науки и техники. Серия Микробиология. Т. 20. Ч. 1. М.:ВИНИТИ, 1988. 180с.
4. Szejtli, J. Introduction and general overview of cyclodextrin chemistry // Chemical Review. 1998. V.98. № 5. P. 1743–1754.
5. 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.
6. Нетрусова, А.И. Практикум по микробиологии. М.: Издательский центр «Академия», 2005. – 606с.

## ЭКСПЕРТНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВА ШВЕЙНЫХ ИЗДЕЛИЙ

### EXPERT STUDY OF THE QUALITY OF SEWING PRODUCTS

Ш. Бабагелдиев, Е.Н. Власова  
Sh. Babageldiev, E.N. Vlasova

Ивановский государственный политехнический университет  
Ivanovo State Polytechnic University  
E-mail: shatlyk.0400@mail.ru, vlasovaen-ivanovo@mail.ru

В работе приведена методика экспертизы швейных изделий, рассмотрены требования к качеству и методы оценки качества швейных изделий на примере фартуков. Представлены результаты проверки соответствия упаковки и маркировки пяти образцов, оценка соответствия качества пошива требованиям стандартов, проведены испытания на определение толщины и степени устойчивости окраски тканей для фартуков к сухому и мокрому трению.

**Ключевые слова:** швейные изделия, качество пошива, экспертиза.

The paper presents a methodology for the examination of garments, considers the quality requirements and methods for assessing the quality of garments using the example of aprons. The results of checking the conformity of the packaging and labeling of five samples, assessing the conformity of the quality of tailoring with the requirements of the standards are presented, tests were carried out to determine the thickness and degree of color fastness of fabrics for aprons to dry and wet friction.

**Key words:** garments, tailoring quality, expertise.

Экспертиза качества швейных изделий предусматривает оценку полноты маркировки и качества пошива. Для исследования качества швейных изделий были выбраны образцы фартуков, производимых ООО «Текстиль-Комплект». Характеристика объектов исследования представлена в табл. 1.

Таблица 1

Характеристика объектов исследования

№, наименование изделия	Волокнистый состав	Стоимость, руб.
1. Фартук «Узоры» (коричневый)	100% хлопок	133
2. Фартук «Цветы»	100% хлопок	133
3. Фартук «Узоры» (голубой)	100% хлопок	133
4. Фартук «Орнамент»	100% хлопок	133
5. Фартук «Летние цветы»	100% хлопок	133

В табл. 2 приведены результаты экспертизы маркировки товарного ярлыка фартука «Узоры» (коричневый).

Таблица 2

Анализ маркировки фартука №1

Элемент маркировки (по ГОСТ)	Фактические данные	Заключение
Наименование страны-изготовителя	РФ	Соответствует ГОСТ 10581-91, п. 1.3
Фирменное наименование, местонахождение (адрес) изготовителя	ООО «Текстиль-Комплект» 153005, РФ, г. Иваново, ул. Сарментовой, 15	

Продолжение таблицы 2

Обозначение стандарта или технического документа, обязательным требованиям которого соответствует изделие	Не указано	Не соответствует ГОСТ 10581-91, п. 1.3
Наименование изделия	Фартук	Соответствует ГОСТ 10581-91, п. 1.3
Артикул и (или) модель изделия	1633	
Размеры	Не указаны	Не соответствует ГОСТ 10581-91, п. 1.3
Информация (в соответствии с требованиями национальных систем сертификации)	Присутствует знак соответствия ЕАС	Соответствует ГОСТ 10581-91, п. 1.3
Сырьевой состав	100% хлопок	Соответствует ГОСТ 10581-91, п. 1.3
Дата изготовления	3.2022	
Штриховой код товара (при наличии)	Присутствует	Соответствует ГОСТ 10581-91, п. 1.3
Товарный знак изготовителя (при его наличии)	Не указан	
Специфическая информация об изделии для потребителя (при ее необходимости)	Не указана	Соответствует ГОСТ 10581-91, п. 1.3

Из данных табл. 2 и результатов проверки полноты маркировки образцов №2-5 можно сделать вывод, что маркировки всех пяти образцов не соответствуют требованиям ГОСТ 10581-91, п. 1.3 [1], так как не указаны обозначение стандарта или технического документа, обязательным требованиям которого соответствует изделие, а также размеры изделий.

Согласно п.1.3.4 [1] реквизиты «символы по уходу» являются обязательной информацией, представляемой потребителю. Данный реквизит указывают на специальной или контрольной ленте или ленте с товарным знаком. Установлено, что на изделиях нет специальной и контрольной ленты, а также ленты с изображением товарного знака, реквизит «символы по уходу» нигде не указан, таким образом нарушено соблюдение требования п. 1.3.4 ГОСТ 10581-91.

Потребительской упаковкой всех пяти изделий служит полиэтиленовый пакет с липким краем. Упаковки выполнены качественно, они целые, не повреждены, обеспечивают сохранность изделий в процессе транспортирования и хранения. Следовательно, можно признать, что упаковки всех образцов соответствуют требованиям п. 2 ГОСТ 10581-91.

Далее проведена оценка качества пошива фартуков на соответствие требованиям ГОСТ 25294-2003 [2] (табл. 3).

Таблица 3

Оценка качества пошива фартуков требованиям ГОСТ 25294-2003

Требования	Нормативное значение	Фактическое значение для изделий				
		№1	№2	№3	№4	№5
п. 5.3.7 требования к строчкам и швам	Строчки должны быть ровными, выполнены на одинаковом расстоянии от края, без пропусков стежков и изменения их количества. Швы должны быть ровными, без растяжения или посадки одного из срезов. Концы ниток в строчках должны быть закреплены и отрезаны	Строчки и швы неровные, выполнены на разном расстоянии от края. Строчки без пропусков стежков и изменения их количества. Концы ниток в строчках закреплены и отрезаны				
Заключение		Не соответствует п. 5.3.7 ГОСТ 25294-2003				

Выявлено, что все образцы изготовлены с нарушениями требований к строчкам и швам. Для предотвращения осыпания края обработаны окантовочной лентой. Во всех изделиях наблюдается соответствие по цвету в подборе ниток, гармоничность сочетания цветов. Рисунки выполнены качественно.

В данном исследовании также определялась толщина ткани, используемой для производства фартуков. Толщина ткани влияет на воздухо-, паропроницаемость изделий. Толщина замерялась толщиномером, для этого делалось 10 замеров в разных местах изделия. Результаты измерения средней толщины представлены в табл. 4.

Таблица 4

Измерение толщины ткани для фартуков

Номер замера	Толщина, мм				
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5
Среднее значение	0,57	0,59	0,59	0,60	0,59

Установлено, что наибольшую толщину имеет образец №4 (0,60 мм), наименьшую – образец №1 (0,57 мм).

Важным показателем для покупателей является устойчивость окраски изделий. Поэтому все фартуки были проверены на устойчивость к сухому и мокрому трению на приборе ПТ-4. Устойчивость окраски к сухому и мокрому трению оценивается визуальным методом путем сопоставления степени изменения первоначальной окраски материала и степени закрашивания белого материала, подвергавшихся совместной обработке, со шкалами серых и синих эталонов (табл. 5).

Таблица 5

Оценка устойчивости окраски к сухому и мокрому трению

Показатель	Образцы				
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5
Стойкость к сухому трению, балл	5	5	5	5	5
Стойкость к мокрому трению, балл	5	5	5	5	5

Исходя из полученных результатов устойчивости окраски к трению, сделан вывод, что все образцы имеют высшую степень устойчивости окраски и к сухому, и к мокрому трению.

Таким образом, в данной работе приведена методика экспертизы швейных изделий, рассмотрены требования к качеству и методы оценки качества швейных изделий на примере фартуков. Представлены результаты проверки соответствия упаковки и маркировки пяти образцов, оценка соответствия качества пошива требованиям стандартов, проведены испытания на определение толщины и степени устойчивости окраски тканей для фартуков к сухому и мокрому трению. Результаты экспертизы оформлены в виде заключения эксперта [3].

#### ЛИТЕРАТУРА

- ГОСТ 10581-91 Изделия швейные. Маркировка, упаковка, транспортирование и хранение.
- ГОСТ 25294-2003 Одежда верхняя платьево-блузочного ассортимента. Общие технические условия.
- 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.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ВОЛЕЙБОЛЬНЫХ НАКОЛЕННИКОВ**

### **RESEARCH OF PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF MATERIALS FOR VOLLEYBALL KNEE PADS**

В.Д. Беликова, Я.И. Буланов, А.В. Курденкова  
V.D. Belikova, Ya.I. Bulanov, A.V. Kurdenkova

Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина  
(Технологии. Дизайн. Искусство) (Москва)  
Russian State University named after A.N. Kosygin (Technology. Design. Art) (Moscow)  
E-mail: akurdenkova@yandex.ru

**В работе изучены образцы трикотажных полотен для пошива волейбольных наколенников, рассмотрены их основные характеристики, позволяющие обеспечивать защиту и комфорт во время занятий спортом. Проведены исследования физико-механических свойств данных материалов, а также влияние стирок на них.**

**Ключевые слова: трикотажные полотна, волейбольные наколенники, физико-механические свойства, износ.**

**In this article samples of knitted fabrics for sewing volleyball knee pads were researched, their main characteristics were considered, allowing them to provide protection and comfort during sports. Researches of the physical and mechanical properties of these materials, as well as the effect of washing on them, were carried out.**

**Keywords: knitted fabrics, volleyball knee pads, physical and mechanical properties, wear.**

Важным этапом подготовки к занятиям спортом является обеспечение безопасности человека во время тренировок и соревнований. Для игры в волейбол была создана соответствующая экипировка, важнейшей частью которой являются наколенники. Они предназначены для защиты коленного сустава от ударов и чрезмерных нагрузок, а также для фиксации сустава в наиболее удобном положении. При этом они не должны стеснять движения.

Волейбольные наколенники имеют стандартную конструкцию - эластичный чулок со вставкой из полимерного материала толщиной около 15 – 30 мм, обеспечивающей хорошую амортизацию. Защитная нашивка может быть разделена на анатомические секции, которые могут сгибаться и поворачиваться друг относительно друга, что позволяет колену свободно двигаться и, в то же время, защищает его со всех сторон. Наколенники шиваются с применением прочной нейлоновой нити. После нескольких игр или тренировок наколенники принимают форму, учитывающую индивидуальные особенности колен спортсмена [1, 2].

В нормативной документации нет требований к безопасности и качеству трикотажных полотен для изготовления волейбольных наколенников. Также отсутствуют требования к готовым изделиям. ТР ТС 017/2011 «О безопасности продукции легкой промышленности» (статья 1, пункт 4) не распространяется на спортивные изделия, предназначенные для экипировки спортивных команд; а также на продукцию специальную, ведомственную, являющуюся средством индивидуальной защиты и материалы для ее изготовления [3]. Также спортивные наколенники и материалы для их изготовления не подлежат обязательному подтверждению соответствия по ТР ТС 007/2011 «О безопасности продукции, предназначенной для детей и подростков» (категория - спортивные изделия) [4] и ТР ТС 019/2011 «О безопасности средств индивидуальной защиты» (как средства индивидуальной защиты, используемые при проведении спортивных состязаний) [5].

Для этого в качестве объектов исследования были выбраны 5 образцов наколенников различных торговых марок. Все выбранные образцы имеют схожую конструкцию и предназначены для защиты от повреждений колена во время занятий волейболом. Как правило, такие наколенники используются как профессиональными спортсменами во время соревнований, так и любителями во время тренировок.

В работе рассматривались 5 различных марок и артикулов наколенников. Образец 2 (торговая марка Colton модель KS – 101, артикул YT) и образец 5 (артикул FG235R) приобретены в гипермаркетах. Данные модели пользуются популярностью у потребителей, так как имеют низкую ценовую категорию. Образец 1 (торговая марка DEMIX, модель DAC200-00) и образец 3 (торговой марки ASICS, артикул 146814\_0805) куплены в специализированных спортивных магазинах и спрос на них сформирован маркетингом компаний-изготовителей и качеством продукции. Образец 4 (торговая марка JOCESTYLE, артикул EA7923) был приобретен в интернет-магазине.

Для оценки качества были проведены испытания образцов по следующим показателям: разрывная нагрузка (ГОСТ 8847, п.4), стойкость к истиранию (ГОСТ 12739), воздухопроницаемость (ГОСТ 12088), гигроскопичность (ГОСТ 3816, п.3) [6-9]. Материалы подвергались воздействию «пота» (раствор по методу 2, ГОСТ 9733.6) [10] в течение 1 часа перед каждой стиркой. Было проведено 25 и 50 стирок по режиму, указанному на маркировке. Данные условия соответствуют режиму тренировок 1 года и 2 лет опытной носки соответственно. Также были испытаны образцы после реальной носки в течение 1 года, полученные у спортсменов. Полученные результаты испытаний представлены в табл. 1.

Таблица 1

Результаты экспериментальных исследований новых изделий

№	Физико-механические свойства	Образец 1	Образец 2	Образец 3	Образец 4	Образец 5
Без стирок						
1	Разрывная нагрузка в направлении петельных столбиков $P_p$ , Н	473,8	657,0	1009,0	527,1	770,0
2	Разрывная нагрузка в направлении петельных рядов $P_p$ , Н	158,5	189,1	350,0	186,4	182,0
3	Разрывное удлинение в направлении петельных столбиков $l_p$ , мм	32,4	61,9	80,1	66,6	41,7
4	Разрывное удлинение в направлении петельных рядов $l_p$ , мм	244,87	286	323	197,6	375,2
5	Стойкость к истиранию, циклы	29525	17424	13960	14455	12435
6	Гигроскопичность, %	1,6	1,9	1,6	6,3	1,8
7	Воздухопроницаемость, $\text{дм}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$	155,4	105,0	106,0	108,9	147,8
8	Растяжимость вдоль петельных рядов при нагрузке 60Н, мм	66,55	37,87	34,84	66,46	75,88

№	Физико-механические свойства	Образец 1	Образец 2	Образец 3	Образец 4	Образец 5
После 25 стирок						
1	Разрывная нагрузка в направлении петельных столбиков $P_p$ , Н	427,5	316,1	295,2	367,6	469,8
2	Разрывная нагрузка в направлении петельных рядов $P_p$ , Н	104,6	175,5	237,0	92,8	123,6
3	Разрывное удлинение в направлении петельных столбиков $l_p$ , мм	41,64	126,7	80,24	83,4	63,57
4	Разрывное удлинение в направлении петельных рядов $l_p$ , мм	305	247,4	300,8	503,4	481,1
5	Стойкость к истиранию, циклы	21057	17707	12051	10538	7938
6	Гигроскопичность, %	1,8	2,3	1,9	13,9	2,1
7	Воздухопроницаемость, $\text{дм}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$	161,1	109,7	108,6	112,1	155,3
8	Растяжимость вдоль петельных рядов при нагрузке 60Н, мм	17,75	22,84	34,38	33,14	30,55
После 50 стирок						
1	Разрывная нагрузка в направлении петельных столбиков $P_p$ , Н	340	316	295	355	375
2	Разрывная нагрузка в направлении петельных рядов $P_p$ , Н	58,5	75,5	100,9	86,4	82
3	Разрывное удлинение в направлении петельных столбиков $l_p$ , мм	50,4	127	80,2	83,4	63,6
4	Разрывное удлинение в направлении петельных рядов $l_p$ , мм	305,0	316,7	345,6	503,4	492,0
5	Стойкость к истиранию, циклы	20598	16981	11592	9728	8451
6	Гигроскопичность, %	1,7	2,6	2,0	6,9	1,9
7	Воздухопроницаемость, $\text{дм}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$	163,8	112,8	113,1	115,5	166,7
8	Растяжимость вдоль петельных рядов при нагрузке 60Н, мм	17,8	22,8	24,78	33,1	30,6

№	Физико-механические свойства	Образец 1	Образец 2	Образец 3	Образец 4	Образец 5
После опытной носки						
1	Разрывная нагрузка в направлении петельных столбиков $P_p$ , Н	383	535	402	502	350
2	Разрывная нагрузка в направлении петельных рядов $P_p$ , Н	91,3	127,3	172,7	96,7	129,3
3	Разрывное удлинение в направлении петельных столбиков $l_p$ , мм	54,5	81,7	88,4	68,0	44,8
4	Разрывное удлинение в направлении петельных рядов $l_p$ , мм	276,1	411,6	280,2	353,3	339,8
5	Гигроскопичность, %	1,7	1,9	1,9	6,4	1,8
6	Воздухопроницаемость, $\text{дм}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$	159,7	110,0	107,0	112,7	163,4
7	Растяжимость вдоль петельных рядов при нагрузке 60Н, мм	16,58	46,88	24,91	20,07	15,44

Все заявленные образцы подходят для занятий спортом 8-10 часов в неделю на открытых площадках с покрытием из резины, в спортзалах со стандартным покрытием и на пляжных кортах. Все новые изделия растягиваются по ширине с оптимальной степенью компрессии, что характеризуется растяжимостью полотен.

Наколенники, не подвергавшиеся износу, имеют достаточно высокие значения по показателям разрывной нагрузки при небольшом удлинении в направлении петельных столбиков. Это объясняется тем, что изделия не должны растягиваться по высоте, но должны выдерживать нагрузку при сгибании колена во время занятий спортом. Значительное удлинение в направлении петельных рядов объясняется необходимостью обеспечения комфорта во время движений. Высокие значения результатов по показателю стойкости к истиранию изделия имеют за счет полиэфирных нитей, а также благодаря переплетению двуластик. Высокое значение по показателю гигроскопичности у образца №4 объясняется наличием хлопчатобумажной пряжи в составе. У всех остальных изделий гигроскопичность не имеет высоких значений из-за полиэфирных волокон в составе.

После 25 и 50 стирок на изделиях стали видны признаки износа: механические свойства ухудшились, изменился внешний вид изделий (появился ворс), произошла потеря прочности. Стойкость к истиранию после 25 и 50 стирок у образца №1 снизилась незначительно. Незначительное увеличение воздухопроницаемости можно объяснить растяжением трикотажных полотен от частых стирок. Фактически, значения показателей, полученных после 25 и 50 стирок, показывают ту степень износа изделий, которая получается в результате использования наколенников в течение одного года и двух лет соответственно. Результаты испытаний образцов после опытной носки показывают реальную степень износа изделий.

Результаты испытаний были использованы при разработке стандарта организации.

Данные методики испытаний и разработанный проект стандарта организации могут использоваться производителями волейбольных наколенников и материалов для их изготовления.



## ЛИТЕРАТУРА

1. Гусева М.А., Гетманцева В.В., Андреева Е.Г., Разин И.Б., Гусев И.Д., Гончарук Е.О. Систематизация входной информации для проектирования швейных изделий со специальными свойствами // Территория новых возможностей. 2018. №4 (43). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sistematizatsiya-vhodnoy-informatsii-dlya-proektirovaniya-shveynyh-izdeliy-so-spetsialnymi-svoystvami>
2. Наколенники волейбольные Mikasa MT6-036 p-p.SR // <https://sportsteel.ru/catalog/fitness-joga/nakolenniki/volejbolnyie/nakolenniki-volejbolnyie-mikasa-mt6-036-r-rsr>
3. ТР ТС 017/2011 «О безопасности продукции легкой промышленности»
4. ТР ТС 007/2011 «О безопасности продукции, предназначенной для детей и подростков»
5. ТР ТС 019/2011 «О безопасности средств индивидуальной защиты»
6. ГОСТ 8847 «Полотна трикотажные. Методы определения разрывных характеристик и растяжимости при нагрузках, меньше разрывных»
7. ГОСТ 12739 «Полотна и изделия трикотажные. Метод определения устойчивости к истиранию»
8. ГОСТ 12088 «Материалы текстильные и изделия из них. Метод определения воздухопроницаемости»
9. ГОСТ 3816 «Полотна текстильные. Методы определения гигроскопических и водоотталкивающих свойств»
10. ГОСТ 9733.6 «Материалы текстильные. Методы испытаний устойчивости окрасок к «поту»

## **СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ШВЕЙНОЙ ПРОДУКЦИИ НА ОСНОВЕ РЕЗУЛЬТАТОВ МАРКЕТИНГОВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

### **COMPARATIVE ANALYSIS OF SEWING PRODUCTS BASED ON THE RESULTS OF MARKETING RESEARCH**

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, olmet07@yandex.ru

**Представлены результаты маркетингового анализа торговых марки женского и мужского термобелья. Установлено, что потребители обращают внимание на известность марки, цену, качество обслуживания и оформления торговой точки, организацию пространства торгового пространства, бонусную программу, полноту и актуальность ассортимента при выборе торговой марки и торговой точки. Проведен сравнительный анализ изделий.**

**Ключевые слова:** маркетинговый анализ, термобелье, торговая марка, маркетплейс.

**The results of marketing analysis of female and male thermal clothing brands are presented. It has been established that consumers pay attention to the brand's fame, price, quality of service and design of the outlet, the organization of the retail space, the bonus program, the completeness and relevance of the assortment when choosing a brand and outlet. Comparative analysis of the products was carried out.**

**Keywords:** marketing analysis, thermal underwear, trademark, marketplace.

Маркетинговый анализ дает важную и актуальную информацию о том, какова ситуация на рынке, насколько эффективно компания продвигает свою продукцию, помогает выбрать правильную стратегию продвижения, возможные направления развития бизнеса [1]. В связи с ускорением темпов жизни, изменением ритма работы в обществе формируется запрос на бытовую одежду улучшенной функциональности, которая отвечает современным требованиям. Ситуация на рынке меняется очень быстро, а использование маркетинговых исследований дает компании возможность оперативно отреагировать на внешние изменения. Изучение рынка, потребителей, их реакции на товары и услуги, мотивов, которыми они руководствуются, позволяют компании сформулировать уникальное торговое предложение, востребованное покупателями [2].

Объектом исследования в работе являются торговые марки женской и мужской одежды (ZAVI [3] JTI [4], Thermirra [5], Montero outdoor [6]), для женщин и мужчин средней возрастной группы. В качестве предмета исследований выбраны основные изделия: мужское термобелье с начесом, присутствующие в ассортиментной матрице каждой фирмы, по которым выполнен сравнительный анализ. Потребительские характеристики с одного вида изделия перенесены на всю продукцию торговых марок для формирования общего представления о качестве и особенностях продаваемых изделий.

Целью проведения маркетинговых исследований является формулирование рекомендаций по укреплению позиций торговой марки ZAVI на рынке на основе сравнительного анализа продукции по образцам.

Сбор необходимой маркетинговой информации осуществлялся в период 14 – 30 сентября 2021. В качестве методов проведения маркетинговых исследований в курсовой работе выбрано наблюдение за оформлением карточек товара и представителями торговых марок на торговой площадке Wildberries и интернет-опрос.

Термобелье — особое нижнее бельё, сохраняющее тепло. Оно при небольшом весе эквивалентно по сохранению тепла двум и более слоям традиционной одежды. Еще совсем недавно о термобелье знали только спортсмены и туристы, а сейчас повседневное термобелье – практически must have гардероба. Оно обеспечивает оптимальную терморегуляцию, отводит влагу, «дышит» и не вызывает раздражения. Благодаря использованию легких современных материалов и специальной обработке, термобелье не сковывает движений и почти не ощущается на теле [7], [8]. При производстве используются разные материалы: синтетические (нейлон, полиэстер, полипропилен, микрофибра, эластан, лайкра), их выбирают для влагоотводящего и полифункционального термобелья для создания практичных, долговечных изделий; натуральные (разные виды шерсти, шелк, хлопок) придают термоодежде теплосберегающие свойства, делают ее приятнее для тела.

При выборе торговой марки и торговой точки, в которой потребители собираются приобрести изделие, они обращают внимание на следующие факторы: известность марки, ценовая политика, качество обслуживания и оформления торговой точки, организация пространства внутри торговой точки, бонусная программа, объемность и актуальность представленного ассортимента. Проведен анализ ассортимента выпускаемой продукции и диапазона цен на соответствующие товары для каждой торговой марки.

Таблица 1

Ассортимент продукции торговой марки

Наименование продукции	Диапазон цен торговой марки, руб.			
	ZAVI	Thermirra	Montero outdoor	JTI
Футболка	1125	-	335	779
Худи/джерсер	1941	-	1431	1565
Лонгслив	1323	1172	1741	779
Термобельё	3417	1953	1924	1813
Брюки	1933	1184	1225	1088





Для изучения спроса потребителей проводилось анкетирование мужчин и женщин в возрасте 18-55 лет. В опросе приняли участие 50 человек. Анкета включала 13 вопросов. Анкетирование показало, что:





- большинство покупателей предпочитают приобретать одежду в интернет-магазинах (58%), второе место по популярности занимают торговые центры (41%);
- наиболее узнаваемой из выбранных торговых марок является ZAVI;
- при выборе торговой марки наиболее значимыми факторами для потребителей являются качество продукции и ценовая политика бренда, а также соответствие продукции модным тенденциям;
- покупатели выбирают материалы с натуральным составом или с малой долей эластана (82%);
- большинство потребителей считают наиболее приемлемым для себя ценовой диапазон на покупку до 1800 рублей (40%).

В работе выполнен сравнительный анализ продукции торговых марок марки женской и мужской одежды (JTI, Thermirra, Montero outdoor, ZAVI) на примере однотипных изделий. От каждой торговой марки выбрано по одной модели мужского комплекта термобелья. Выбранные модели имеют одинаковое функциональное назначение, сходное композиционное и конструктивное решение, выполнены из похожих по структуре и волокнистому составу материалов, аналогичны по сложности технологической обработки.

Сравнительные характеристики торговых марок представлены в табл. 2.

## Сравнительные характеристики торговых марок

Характеристика	Торговая марка			
	ZAVI	Thermirra	Montero outdoor	JTI
1	2	3	4	5
Логотип				
Страна, город	Россия, Иваново	Россия, Екатеринбург	Россия, Ярославль	Россия, Иваново
Целевая установка	«Мы сами разрабатываем и создаем качественную, красивую, дизайнерскую одежду»	«Мы создаём нашу продукцию в России с удовольствием и вниманием к каждой детали»	«Мы производим специализированную одежду для использования её в холодных климатических условиях»	«Мы выпускаем высоко конкурентную и востребованную продукцию»
Наличие сайта, интернет-магазина	Официальный сайт. URL: <a href="https://zavi.moda/">https://zavi.moda/</a>	Официальный сайт. URL: <a href="https://thermirra.com/ru-ru/">https://thermirra.com/ru-ru/</a>	Официальный сайт. URL: <a href="http://tmsafety.ru/">http://tmsafety.ru/</a>	Официальный сайт. URL: <a href="https://jenskiy-trikotaj.ru/">https://jenskiy-trikotaj.ru/</a>
Маркетплейсы, где представлена продукция торговой марки (наименование; URL)	Ozon; Wildberries; KazanExpress; Lamoda; AliExpress	Wildberries; Ozon.	Wildberries.	Wildberries; Ozon.
Целевая аудитория	Женщины, мужчины 18-50 лет	Женщины, мужчины 20-50 лет	Женщины и мужчины 18-60 лет; Дети 3-14 лет	Женщины и мужчины 18-60 лет; Дети 6-12 лет
Размерный ряд	Женский: (170 – 176) - (84 – 124) Мужской: (170-188) - (88 – 124)	Женский: (170 – 188) - (80 – 124) Мужской: (170-188) - (88 – 124)	Женский: (164 – 170) - (80 – 116), мужской: (170-182) - (84 – 120), детский: (86 – 158) - (54 – 82)	Женский: (164 – 170) - (80 – 108) мужской: 176 (92 – 120) Детский: (122 – 152) - (56 – 76)

Характеристика	Торговая марка			
	ZAVI	Thermirra	Montero outdoor	JTI
Применяемые материалы	Хлопок, вискоза, полиэстер, эластан	Вискоза, полиэстер, эластан	Хлопок, шерсть, полиамид, полиэстер, акрил	Хлопок, вискоза, полиэстер, эластан
Особенности ухода за изделием				
Качество посадки изделия	Дефектов не обнаружено: линия борта вертикальная, борта изделия симметричны, линия низа параллельна полу, по пройме нет заминов, складок, заломов, линия переднего перегиба рукава вертикальная	Дефект обнаружен: линия борта вертикальная, но борта изделия не симметричны, линия низа параллельна полу	Грубых дефектов не обнаружено: линия борта вертикальная, борта изделия симметричны, линия низа параллельна полу, по пройме есть замины, складки, заломы, линия переднего перегиба рукава вертикальная	Дефектов не обнаружено: линия борта вертикальная, борта изделия симметричны, линия низа параллельна полу, по пройме нет заминов, складок, заломов, линия переднего перегиба рукава вертикальная
Упаковка	Изделие упаковывается в фирменный пакет	Изделие упаковывается в фирменную коробку	Изделие упаковывается в фирменный пакет	Изделие упаковывается в целлофановый пакет. Повредился при транспортировке
Ценовая категория	Средняя, высокая	Средняя	Средняя, высокая	Средняя

Оценка внутренних составляющих торговых марок включала следующие критерии: цена, стилевое и композиционное решение модели, качество посадки, цвет, качество изготовления отделочных строчек, вид используемых материалов (таблица 3).

## Оценка внутренних составляющих торговых марок

Наименование критерия	Балл			
	Торговая марка			
	ZAVI	JTI	Thermirra	Montero outdoor
1. Эстетические показатели	5	0	5	4
1.1. Товарный вид				
1.2. Качество посадки изделия на фигуре	5	0	4	5
1.3. Эксклюзивность (модельные особенности)	5	4	5	3
1.4. Упаковка	5	0	5	5
2. Доступность и понятность информации по уходу за изделием	5	5	5	5
3. Качество используемых материалов	5	3	4	5
<b>Итого</b>	<b>50</b>	<b>25</b>	<b>48</b>	<b>46</b>

Установлено, что страница магазина «ZAVI» на торговой площадке хорошо оформлена, карточка товара привлекает внимание посетителей, менеджер по работе с покупателями вежливый и отзывчивый. Выявлено, что параллельно с онлайн направлением нужно развивать и продажи в торговых точках, так как этот способ остается популярным при приобретении одежды.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Зачем нужны маркетинговые исследования [Электронный ресурс]. - URL: <https://www.kp.ru/guide/marketingovye-issledovaniya.html>
2. Маркетинговое исследование: вчера, сегодня, завтра [Электронный ресурс]. - URL: <https://marketingcenter.kz/40/marketingovoe-issledovanie.html#mihist>
3. Сайт торговой компании ZAVI [Электронный ресурс]. - URL: <https://www.zavi.moda/>
4. Сайт торговой компании JTI [Электронный ресурс]. - URL: <https://jenskiy-trikotaj.ru/>
5. Сайт торговой компании Thermirra [Электронный ресурс]. - URL: <https://thermirra.com/ru-ru/>
6. Сайт торговой компании Montero Outdoor [Электронный ресурс]. - URL: <https://montero-outdoor.com/>
7. Женское термобелье: как выбрать? [Электронный ресурс]. - URL: <https://www.fashion-woman.com/stil-i-moda/shoping/zhenskoe-termobebe-kak-vibrat/>
8. Мужское термобелье [Электронный ресурс]. - URL: <https://msk-moda.ru/man/termobebe>

**ВЛИЯНИЕ МЕТАЛЛОСодержащих наночастиц на свойства  
полипропиленовой нити с покрытием на основе  
политетрафторэтилена**

**INFLUENCE OF METAL-CONTAINING NANOPARTICLES ON THE PROPERTIES OF  
A POLYTETRAFLUOROETHYLENE COATED POLYPROPYLENE YARN**

Д.А. Блинов<sup>1</sup>, С.А. Касаткин<sup>1</sup>, С.Ю. Вавилова<sup>2</sup>, Т.А. Кумеева<sup>2</sup>, Н.П. Пророкова<sup>1,2</sup>  
D.A. Blinov<sup>1</sup>, S.A. Kasatkin<sup>1</sup>, S.Yu. Vavilova<sup>2</sup>, T.Yu. Kumeeva<sup>2</sup>, N.P. Prorokova<sup>1,2</sup>

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

<sup>2</sup>Институт химии растворов им. Г.А. Крестова Российской академии наук  
(г. Иваново)

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

<sup>2</sup>G.A. Krestov Institute of Solution Chemistry of Russian Academy of Science (Ivanovo)  
E-mail: npp@isc-ras.ru

Получены полипропиленовые нити с покрытиями на основе политетрафторэтилена, содержащие небольшие количества стабилизированных наночастиц серебра и меди. Определены физико-механические характеристики нитей с указанными покрытиями. Методом АСМ оценена равномерность сформированных покрытий.

**Ключевые слова:** полипропиленовая нить с политетрафторэтиленовым покрытием, серебросодержащие наночастицы, медьсодержащие наночастицы

**Polypropylene yarns coated with polytetrafluoroethylene containing small amounts of stabilized silver and copper nanoparticles have been obtained. The physical and mechanical characteristics of yarns with the indicated coatings was determined. The AFM method was used to evaluate the uniformity of the formed coatings.**

**Keywords:** polypropylene yarn with polytetrafluoroethylene coating, silver-containing nanoparticles, copper-containing nanoparticles

В настоящее время доля химических волокон и нитей в структуре мирового потребления превышает 70 – 75%. Важное место в ряду химических волокон и нитей отводится полипропиленовым (ПП) материалам. Так в России ПП волокна и нити занимают по объёмам производства второе место. Производство и рынок ПП волокон и нитей в последние годы растут, что во многом связано с наличием и доступностью отечественного сырья. В перспективе прогнозируется продолжение активного развития полипропиленового сегмента. Так, общий объём производства в нём, относительно 2016 г., 2025 г. должен вырасти в 2,2 раза (до 90,3 тыс. т) [1]. Поэтому работы, направленные на улучшение эксплуатационных характеристик ПП волокнистых материалов и придание им новых свойств являются актуальными.

В течение ряда лет в ИХР РАН проводятся исследования в области поверхностного модифицирования ПП нитей на стадии их формования из расплава. На их основе был предложен принципиально новый подход к получению ПП нитей с покрытием на основе ПТФЭ [2-5], основанный на том, что для обеспечения адгезии ПТФЭ к поверхности нити суспензия ПТФЭ СФ-4Д наносится на поверхность горячей продольно деформируемой нити при формовании её из термопластичного полимера на стадии замасливания. В дальнейшем, на стадии ориентационного вытягивания, толщина покрытия, за счет способности фторопласта к псевдотекучести и высокого коэффициента теплового расширения, значительно уменьшается, покрытие приобретает равномерность и становится ориентированным. Такие нити имеют поверхность из ПТФЭ и обладают свойствами фторопласта (высокими хемостойкостью и гидрофобностью, низким коэффициентом трения). Для придания нитям с ПТФЭ покрытием

пониженной электризуемости было предложено внедрить в структуру покрытия на основе ПТФЭ стабилизированные металлсодержащие наночастицы. Наночастицы должны быть закреплены на материале предельно прочно, чтобы не иметь возможности мигрировать на поверхность и проникать в организм человека [6-8].

Целью настоящей работы являлось исследование влияния на свойства ПП нити с ПТФЭ покрытием внедрения в это покрытие наноразмерных серебро и медьсодержащих частиц. Для предотвращения агрегации наночастиц в процессе нанесения было рекомендовано использовать их в стабилизированном состоянии.

Композицию для формирования покрытий на ПП нитях получали на основе суспензии ПТФЭ СФ-4Д добавлением компонентов при перемешивании при температуре 80-90 °С.

Состав композиций варьировали в следующих пределах:

- суспензионный ПТФЭ – 5 - 40 %;
- стеарат натрия 0,4 – 0,05 %;
- стабилизированные частицы Ag, Cu - 0,0125 - 0,1 %;
- вода - до 100 %.

Для уменьшения размера стабилизированных металлсодержащих частиц композицию подвергали обработке в низкочастотном ультразвуковом диспергаторе типа УЗДН-2Т в термостатируемом сосуде при частоте  $f = 22$ . Время экспозиции составляло 2 минуты.

ПП нити получали из гранулята изотактического полипропилена марки «Бален» 01250 с использованием комплекса уникальных установок для формования и ориентационного вытягивания синтетических нитей (стенды СФПВ-1 и ОСВ-1), имитирующих производственные условия получения синтетических нитей [4]. Нанесение композиции, содержащей суспензию ПТФЭ СФ-4Д и стабилизированные термоустойчивыми ПАВ металлсодержащие частицы, на поверхность ПП нити осуществляли с помощью специального устройства собственной конструкции [4].

Синтез наночастиц серебра проводили путем восстановления нитрата серебра глюкозой [9,10]. Получали устойчивые коллоидные растворы желто-оранжевого цвета, содержащие наноразмерные сферические частицы серебра. В водную суспензию серебра для повышения ее устойчивости и предотвращения агрегации частиц добавляли расчетное количество стеарата натрия, после чего суспензию обрабатывали ультразвуком.

Медьсодержащий порошок синтезировали методом катодного восстановления из водно-этанольных растворов сульфата меди в условиях замедленной стадии диффузии катионов на предельной плотности тока [11]. Получали порошок, обладающий высокой дисперсностью, устойчивостью при повышенных температурах. На основе медьсодержащего порошка готовили водную суспензию, в которую для стабилизации добавляли стеарат натрия. Суспензию обрабатывали ультразвуком для повышения ее устойчивости.

Композицию готовили следующим образом: к необходимому количеству суспензии СФ-4Д с известным содержанием дисперсного ПТФЭ добавляли суспензию металлсодержащих частиц, стабилизированную известным количеством стеарата натрия, а также дистиллированную воду (до 100 %). Образовавшуюся смесь перемешивали на механической мешалке с подогревом при температуре 70-80 °С в течение 2 часов до полной гомогенизации, после чего обрабатывали ультразвуком для разрушения агрегированных компонентов. Полученную композицию, нагретую до температуры 40 °С, наносили на горячие нити на стадии замазывания при формовании нитей на стенде СФПМ -1. Были получены ПП нити со сформированными на поверхности каждого филамента покрытиями на основе суспензии ПТФЭ 4Д, допированными медь- или серебросодержащими частицами.

После формования и нанесения суспензии ПТФЭ нити подвергали ориентационному вытягиванию и термостабилизации с использованием стенда ОСВ-1. Основные физико-механические характеристики ПП нитей с покрытиями различного состава приведены в таблице.



Таблица 1

Влияние состава композиций на основе ПТФЭ на разрывные полуцикловые характеристики ПП нитей с покрытиями, сформированными из этих композиций

Состав композиции для формирования покрытия на поверхности ПП нитей:			Удельная разрывная нагрузка, сН/текс	Относительное разрывное удлинение
дисперсный ПТФЭ, %	стеарат натрия, %	металлсодержащие частицы, %		
Без покрытия			56,1 ± 3,4	40,2 ± 3,16
<b>Без металлсодержащих частиц</b>				
5	0,05	0	56,9 ± 2,6	41,8 ± 3,7
10	0,10	0	<b>66,3 ± 3,5</b>	36,1 ± 3,4
15	0,15	0	65,4 ± 3,6	38,6 ± 2,7
20	0,20	0	61,1 ± 2,9	42,1 ± 2,9
30	0,30	0	60,5 ± 5,1	44,2 ± 2,3
40	0,40	0	54,9 ± 1,7	40,8 ± 2,3
<b>Серебросодержащие частицы</b>				
5	0,05	0,025	70,2 ± 2,1	37,6 ± 3,1
10	0,10	0,050	<b>80,2 ± 4,8</b>	41,6 ± 4,9
15	0,15	0,075	71,5 ± 2,7	37,9 ± 1,6
20	0,20	0,100	70,5 ± 3,1	36,2 ± 2,3
30	0,30	0,150	66,9 ± 1,7	38,8 ± 3,3
40	0,40	0,200	65,1 ± 3,3	41,6 ± 4,9
<b>Медьсодержащие частицы</b>				
5	0,05	0,025	72,2 ± 2,1	37,6 ± 3,1
10	0,10	0,050	<b>77,4 ± 1,6</b>	38,6 ± 2,7
15	0,15	0,075	76,1 ± 2,9	32,1 ± 2,9
20	0,20	0,100	73,5 ± 4,4	36,7 ± 3,6
30	0,30	0,150	63,9 ± 1,7	30,8 ± 2,3
40	0,40	0,200	61,9 ± 1,7	30,8 ± 2,4

Из таблицы следует, что использование композиций на основе ПТФЭ с содержанием основного компонента 10 – 30 % приводит к повышению прочности ПП нити на 6-18 %, причем максимальное повышение прочности наблюдается в случае применения композиции, содержащей 10 % ПТФЭ. Рост прочности связан с тем, что при нанесении на ПП нить фторопластового покрытия появляется возможность реализовать ориентационное вытягивание нити при более высоких температурах, что приводит к увеличению степени кристаллизации и существенному снижению разориентации молекулярных цепей в аморфных областях полимера [12].

При ведении в состав композиции металлсодержащих частиц прочность нитей с покрытиями растет в еще большей степени и повышается до 20-43 %, причем максимальное повышение прочности (~ 43 %) наблюдается при использовании серебросодержащих частиц. При использовании медьсодержащих частиц максимальное повышение прочности составляет ~ 35 %.

Суспензия серебра, полученная восстановлением нитрата серебра глюкозой, отличается высокой стабильностью и, согласно литературным данным, состоит из наноразмерных частиц серебра [9,10]. Суспензия на основе медьсодержащих частиц характеризуется меньшей стабильностью (через несколько часов происходит появление осадка и изменение цвета за счет окисления частиц меди растворенным в воде кислородом). Поэтому композиции для получения покрытия, содержащие частицы меди, необходимо готовить непосредственно перед применением. Высокая прочность нитей с ПТФЭ покрытиями, допированными медь- и серебросодержащими частицами, свидетельствует о

том, что такие частицы обладают высокой совместимостью с ПТФЭ. Следствием этого является их равномерное распределение в структуре покрытия. Гладкое, упорядоченное ПТФЭ покрытие на поверхности каждого филамента может обеспечить легкое скольжение нитей по гарнитуре оборудования при формовании и ориентационном вытягивании, что препятствует образованию дефектов структуры нити. По-видимому, нити с ПТФЭ покрытием, допированным медь- и серебросодержащими наночастицами, отличаются не только высокой ориентацией фибрилл, но также отсутствием макро- и микродефектов после перечисленных процессов, что приводит к значительному увеличению их прочности.

Увеличение концентрации металлсодержащих частиц в композиции на основе ПТФЭ вызывает их агрегацию и ухудшение свойств покрытия из-за негативного влияния агрегатов на его структуру. Об этом свидетельствует высокая обрывность при ориентационном вытягивании нитей с высоким содержанием металлсодержащих частиц в покрытии, и, как следствие, снижение прочности нитей.

На рис. 1 представлены полученные методом атомно-силовой микроскопии данные о морфологии пленок с покрытиями на основе ПТФЭ, допированными малыми количествами серебро- и медьсодержащих частиц до и после ориентационного вытягивания.

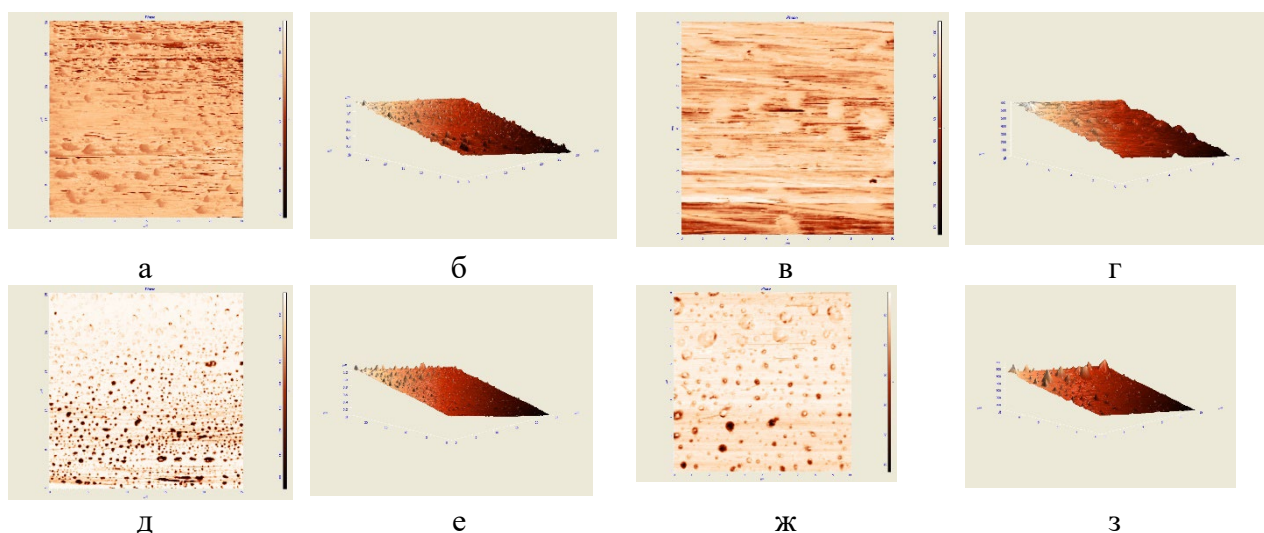


Рис. 1. Изображения ПП пленки с покрытием на основе 10 %-ного ПТФЭ с добавками 0,1 % стеарата натрия и 0.05 % металлсодержащих частиц: а, б) пленка до ориентационного вытягивания с покрытием, допированным серебросодержащими частицами; в, г) пленка после пятикратного ориентационного вытягивания с покрытием, допированным серебросодержащими частицами; д, е) пленка до ориентационного вытягивания с покрытием, допированным медьсодержащими частицами; ж, з) пленка после пятикратного ориентационного вытягивания с покрытием, допированным медьсодержащими частицами; Метод АСМ: а, в, д, ж – фазовое представление, б, г, е, з – 3 D представление.

Из рисунка следует, что равномерность и степень ориентированности покрытий после ориентационного вытягивания значительно повышаются. Незначительное количество металлсодержащих частиц не препятствует образованию ориентированной, гладкой структуры покрытий.

Выводы:

– синтезированы устойчивые, стабилизированные водные суспензии металлсодержащих наночастиц. Для получения серебросодержащих частиц использован метод восстановления нитрата серебра глюкозой, медьсодержащих частиц - метод катодного восстановления из водно-этанольных растворов сульфата меди в условиях замедленной стадии диффузии катионов на предельной плотности тока.

– указанные металлсодержащие частицы, стабилизированные стеаратом натрия, использованы в качестве добавок (0,025 - 0,2 %) к композиции, содержащей дисперсный

ПТФЭ (5 – 40 %) и воду (до 100 %). На основе указанных композиций на поверхности ПП нитей и пленок сформированы гибридные покрытия различного состава.

– изучено влияние медь, серебросодержащих наночастиц на физико-механические и электрофизические свойства нитей. Установлено, что при введении в состав композиции металлсодержащих частиц прочность нитей с покрытиями повышается до 20-43 %, причем максимальное повышение прочности (~ 43 %) наблюдается при использовании серебросодержащих частиц концентрации 0,05 %. Методом АСМ показано, что покрытие на основе ПТФЭ, допированное малым количеством металлсодержащих наночастиц, обладает высокой равномерностью, гладкостью, отсутствием макро- и микродефектов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. <http://www.kstu.ru/servlet/contentblob?id=203501> (дата обращения 26.09.2022)
2. Пат 2522337 РФ / Пророкова Н.П., Вавилова С.Ю., Кумеева Т.Ю., Морыганов А.П., Бузник В.М. Синтетические нити с высокой хемостойкостью и низким коэффициентом трения. Заявлено 14.12.2012. Опубликовано 10.07.2014. Бюл. №19. Приоритет 14.12.2012.
3. Пат 2522338 РФ / Пророкова Н.П., Вавилова С.Ю., Кумеева Т.Ю., Морыганов А.П., Бузник В.М. Способ получения синтетических нитей. Заявлено 14.12.2012. Опубликовано 10.07.2014. Бюл. №19. Приоритет 14.12.2012.
4. Prorokova N.P., Vavilova S.Y., Bouzник V.M. A novel technique for coating polypropylene yarns with polytetrafluoroethylene // *Journal of Fluorine Chemistry*. - 2017. - V. 204. – P. 50 – 58.
5. Prorokova N.P., Vavilova S.Y. Bulk and surface modification of polypropylene filaments at the stage of their formation from a melt // *Fibre Chemistry*. – 2018. - V. 50, No. 3. - P. 233-238.
6. Prorokova N.P., Vavilova S.Y., Bouzник V.M. Mechanical characteristics of a polypropylene yarn with a polytetrafluoroethylene-based coating obtained through a new technology // *Theoretical Foundations of Chemical Engineering*. – 2021. – V. 55, No. 5 – P. 1021-1027.
7. Prorokova N.P., Vavilova S.Y. Properties of polypropylene yarns with a polytetrafluoroethylene coating containing stabilized magnetite particles // *Coatings*. – 2021. - 11(7). – 830.
8. Вавилова С.Ю., Пророкова Н.П., Холодков И.В., Кумеева Т.Ю. Покрытие на основе политетрафторэтилена, содержащее магнетит, сформированное на полипропиленовой нити: устойчивость к адгезионному разрушению // *Вестник Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. Серия 1: Естественные и технические науки*. – 2022. - №2. - С. 65-67.
9. Поджарая К.С., Черноиванов В.И. Получение наночастиц серебра в водных растворах глюкозы с помощью карбонат-ионов. - *Агротехника и энергообеспечение*. – 2014. – №1(1) – С. 586–590.
10. Поджарая К.С. Анализ методов получения наночастиц серебра. - *Успехи химии и химической технологии*.- 2012. - Том XXVI, №7(136). – С. 85-87.
11. Vavilova S.Yu., Chulovskaya S.A., Kuz'min S.M., Prorokova N.P., Parfenyuk V.I. A new composite polypropylene material with improved physicochemical and consumer properties // *Rus. J. Appl. Chem.* – 2011. - V. 84, No. 12. - P. 2137– 2140.
12. Zavadskii A.E., Vavilova S.Yu., Prorokova N.P. Orientation processes in crystalline and amorphous regions of polypropylene during yarn spinning // *Fibre Chemistry*. – 2017. - V. 49, No. 1. - P. 10-14.

## **ВОЗМОЖНОСТИ ТРИКОТАЖНОГО ПЛОСКОВЯЗАЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ В ДИЗАЙНЕ КОСТЮМА**

### **POSSIBILITIES OF FLAT KNITTING MACHINES IN COSTUME DESIGN**

М.В. Бондаренко  
M.V. Bondarenko

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: bondarenko-mv@rguk.ru

**В статье на примере современных вязаных моделей рассмотрены особенности регулярного способа производства трикотажных изделий. Проанализировано, как возможности трикотажного оборудования могут влиять на внешний вид изделий и процесс их проектирования, а также как свойства разрабатываемых полотен влияют на форму изделий.**

**Ключевые слова:** трикотажное производство, вязание, одежда, мода, дизайн.

**In the article, on the example of modern knitwear garments, the features of the regular method of production of knitwear are considered. It is analyzed how the capabilities of knitting machines can affect the appearance of garments and the process of their design, as well as how the properties of the developed fabrics affect the shape of knitwear.**

**Keywords:** knitwear production, knitting, clothes, fashion, design.

Эстетика внешнего вида трикотажа тесно взаимосвязана с технологией трикотажного производства, в частности с регулярным способом изготовления модели, когда изделие или его детали отвязываются на трикотажном оборудовании по контуру. Также для создания современных трикотажных моделей могут рассматриваться ручное вязание и вязание на ручных машинах.

Данные способы изготовления трикотажных изделий примечательны тем, что они в полной мере отражают особенности трикотажного производства: возможность создания полностью вязаных изделий или их деталей, где искомая форма и внутреннее наполнение определяются трикотажными, а не швейными технологиями: изменение силуэта при смене типа переплетения или плотности вязания, эффект рельефности полотна на сбавках петель, выделенные остовы петель на сменах цвета пряжи и т.д.

Знание технологий трикотажного производства и разработка образцов полотен в процессе реализации изделий позволяет определять, какие характеристики структуры будут оказывать влияние на внешний вид модели. Это, в свою очередь, можно использовать для определения итогового вида модели, её формы и членений.

Сегодня дизайнеры активно используют возможности трикотажного производства. Трикотажные машины и прилагаемое к ним программное обеспечение позволяют использовать при создании моделей такие приёмы, как параллельный перенос петель, комбинирование переплетений, частичное вязание, бесшовное вязание и др. В сочетании с широким ассортиментом видов пряжи, отличающихся разной линейной плотностью, растяжимостью, фактурой, оттеночными эффектами, мы получаем широкий спектр возможностей формообразования изделий за счёт работы со структурой полотна. Новые модификации моделей трикотажного оборудования позволяют оптимизировать процесс производства, а также усложнять технологии платинга, интарсии, бесшовного вязания. Кроме того, активно развивается использование возможностей цифровой моды: компания Shima Seiki работает с системой виртуального проектирования вязаных изделий. Разработанная

компанией база «Yarn Bank» позволяет отображать эффекты пряжи в полотне при разработке модели в программе 3D-визуализации, что позволяет облегчить коммуникацию между дизайнером и дессинатором, продемонстрировать не только структуру переплетения, но и цветовые или фактурные эффекты полотна [1].

Помимо возможностей, которые даёт современное трикотажное оборудование, параллельно с этим существуют некоторые ограничения в процессе формообразования. Это может проявляться через возможную структуру переплетений или характеристики вязального оборудования. Например, на форму модели всегда будет оказывать влияние закручиваемость кулирной глади, ограниченное количество нитеводов в трикотажной машине определяет максимально возможное количество используемых цветов или видов пряжи; класс машины и вид жаккарда влияет на количество цветов в рисунке.

Однако данные ограничения, равно, как и другие следствия особенностей технологии трикотажного производства, часто могут обыгрываться при создании новых изделий. В таком случае они могут дополнять композицию или даже являться композиционным центром модели. В статье будут рассмотрены некоторые трикотажные модели из современных коллекций, в которых особенности процесса вязания использованы как художественные особенности.

При создании моделей, характеризующихся большим объёмом или длиной, ограничением в процессе реализации становится ширина вязального оборудования, которая задаёт возможную ширину выработываемого полотна. Чтобы добиться необходимых параметров модели по ширине, авторы часто прибегают к поперечному вязанию (Рис. 1, а – использование поперечного вязания позволяет использовать конструкцию с цельнокроеным рукавом). Это, в свою очередь, оказывает влияние на внешний вид изделия, что особенно заметно при использовании оборудования низкого класса, когда чётко видна структура петель. В случаях, когда возможностей оборудования для обеспечения нужного размера полотна недостаточно, в форму изделий вводятся швы (Рис. 1, б, в). В данных условиях автору необходимо продумать композицию конструктивных линий модели и эргономические характеристики, чтобы вводимое конструктивное членение не нарушало эстетику всей модели.



Рис. 1. Влияние параметров оборудования на форму изделия: а) поперечное вязание; б) поперечное вязание, шов из-за ограничений в ширине полотна; в) шов из-за ограничений ширины полотна

К основным особенностям трикотажного проектирования относится возможность создания формы модели за счёт смены переплетений. Понимание свойств переплетений позволяет достигать необходимых визуальных эффектов в модели. Например, на счёт свойств закручиваемости полотна в моделях создаются оборки (Рис. 2, а). Однако возможны варианты, когда вследствие использования разных переплетений форма модели меняется незапланированно: при использовании переплетений с разной степенью упругости изначально ровный край изделия будет искажаться (Рис. 2, б); при создании неполного трикотажа с длинными протяжками форма края изделия будет волнообразной, а меретки в самом полотне зададут эффект полупрозрачности (Рис. 2, в).





Рис. 2. Влияние свойств полотен на форму моделей: а) создание оборок; б), в) изменение формы края изделия

Сильное влияние технологий и оборудования прослеживается в полотнах с использованием пряжи разных цветов, особенно это проявляется при работе на машинах низкого класса, где читается форма петель. За счёт формы петель при вязании жаккарда или интарсии невозможно создать идеально плавные линии орнамента, изображаемый объект всегда будет характеризоваться ступенчатыми контурами (Рис. 3 (а, б)). Таким образом, трикотажное полотно заранее определяет степень стилизации изображения. При вязании полос граница между рядами разных цветов на лицевой стороне будет акцентироваться формой петельных палочек, а на изнанке – петельных дуг. Также на изнаночной стороне полотна выделяются узлы, в которых происходит соединение разных видов пряжи при вязании в технике интарсии (Рис. 3 (в)).



Рис. 3. Отражение структуры переплетений при работе с цветом: а) геометричность изображения; б) выделение структуры при смене цветов на лицевой стороне полотна; в) выделение структуры при смене цветов на изнаночной стороне полотна

Рассмотренные закономерности отражения в форме моделей особенностей трикотажного оборудования и формирования структуры трикотажного полотна позволяет определить следующие актуальные подходы к современному проектированию вязаных изделий:

- использование оборудования низкого класса (выявление петельной структуры изделия);
- использование изнаночной стороны при вязании жаккардовых, интарсионных полотен (создание дополнительных эффектов в орнаментальном решении);
- применение поперечного вязания в моделях (возможность создания «широких» полотен);
- внедрение элементов неполного трикотажа, роспуска (создание динамики в форме полотна);
- сочетание переплетений в разные параметры упругости, растяжимости (изменение формы изделия).

Таким образом, была подтверждена ведущая роль трикотажных технологий в определении формы вязаного изделия.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Knitting Industry. Speeding up lead times while slowing down fashion. URL: [knittingindustry.com/knitwear/speeding-up-lead-times-while-slowing-down-fashion-how-can-shima-seikis-new-digital-offerings-encourage-sustainable-design](https://knittingindustry.com/knitwear/speeding-up-lead-times-while-slowing-down-fashion-how-can-shima-seikis-new-digital-offerings-encourage-sustainable-design)
2. Кудрявин Л.А., Шалов И.И. Основы технологии трикотажного производства: Учеб. пособие для вузов. – М.: Легпромбытиздат, 1991. – 496 с.: ил.
3. Бондаренко М.В. Современные приёмы художественного проектирования трикотажных изделий // Инновации в науке и практике / Сборник статей по материалам XIV международной научно-практической конференции (18 февраля 2019г., г. Барнаул). В 2 ч. Ч.1 / – Уфа: Изд. Дендра, 2019. С. 219-225
4. Бондаренко М.В., Ковалёва О.В. Влияние инноваций трикотажной промышленности на модную индустрию // Дизайн, технологии и инновации в текстильной и лёгкой промышленности (ИННОВАЦИИ-2020): сборник материалов Международной научно-технической конференции. Часть 3. – М.: ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина», 2020. С. 217-220
5. Бондаренко М.В., Ковалёва О.В. Приёмы оформления современной одежды из трикотажа // Дизайн. Материалы. Технология. 2021. No 2 (62). С. 51-55.

**ПОЛУЧЕНИЕ ВОЛОКНИСТЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ С  
ПРИМЕНЕНИЕМ НАТУРАЛЬНОГО И МОДИФИЦИРОВАННОГО  
МОНТМОРИЛЛОНИТА**

**OBTAINING FIBROUS COMPOSITE MATERIALS USING NATURAL  
AND MODIFIED MONTMORILLONITE**

Ф.А. Быков, Е.Л. Владимирцева  
F.A. Bykov, E.L. Vladimirtseva

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

**Работа продолжает серию исследований, направленных на изучение эффективности использования в отделочном производстве нерастворимых алюмосиликатов. Рассматривается возможность иммобилизации на поверхности волокнистых материалов различной химической природы натурального бентонита и монтмориллонита, обогащенного оксидом титана.**

**Ключевые слова:** волокно, бентонит, оксид титана

**The work continues a series of studies aimed at studying the effectiveness of the use of insoluble aluminosilicates in the finishing industry. The possibility of immobilization on the surface of fibrous materials of different chemical nature of natural bentonite and montmorillonite enriched with titanium oxide is considered.**

**Keywords:** fiber, bentonite, titanium oxide

Работа продолжает серию исследований, проводимых на кафедре ХТВМ ИГХТУ и посвященных возможности придания текстильным материалам новых функциональных свойств при иммобилизации на их поверхности природных или модифицированных алюмосиликатов. Так, закрепление на поверхности шерсти частиц алюмосиликатов, содержащих в качестве примеси диоксид титана, придает волокну комплекс улучшенных потребительских и технологических свойств: заметно снижается усадка, регулируется валкоспособность, повышается устойчивость к гниению и действию УФ-излучения, материал приобретает способность окрашиваться хромовыми красителями без дополнительной стадии хромирования [1, 2].

Цель настоящей работы состояла в получении композиционных материалов различного волокнистого состава - хлопчатобумажного (Хл), шерстяного (Ш), полиэфирного (ПЭ), полиамидного (ПА), путем закрепления на поверхности волокна натурального монтмориллонита (НМ) и обогащенного оксидом титана ( $TiO_2$ ) путем пилларирования (ПМ). Полиэфирное волокно исследовалось в 2-х, отличающихся по структуре вариантах: нестабилизированное (I) и стабилизированное (II). Пилларирование проводилось при прокаливании интеркалированных образцов в печи при температуре 500 °С в течение 3 часов. [3].

Обработка волокон алюмосиликатами проводилась при комнатной температуре в течение 30 мин при постоянном перемешивании из водной дисперсии, при модуле ванны  $M=100$ , после чего его отмывали от не закрепившихся частиц.

Закрепление на волокне НМ и ПМ бентонитов доказывалось гравиметрически. Кроме того, дополнительно были получены данные СЭМ анализа на микроскопе Tescan VEGA 3 SBH при 1000-кратном увеличении (Рис. 1-5).



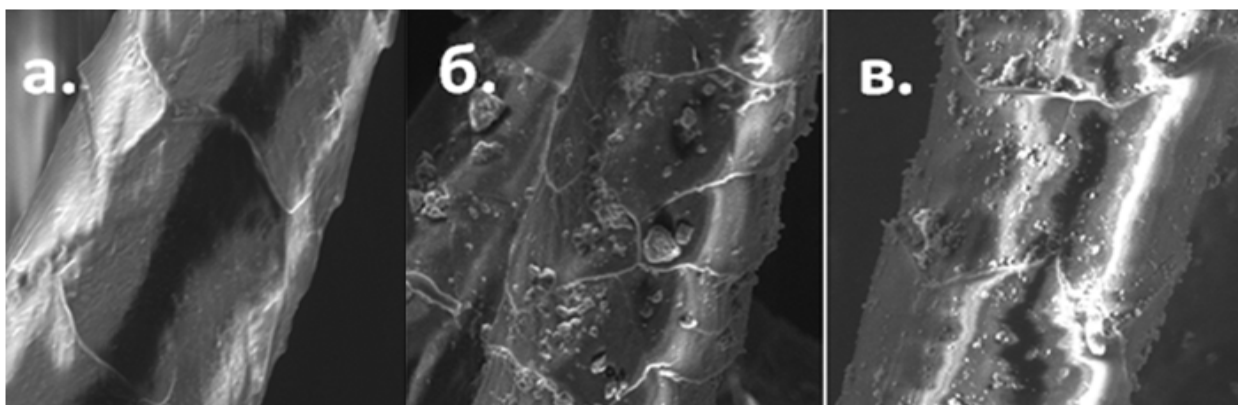


Рис.1. Микрофотографии шерстяного волокна: а – исходного; б – обработанного в дисперсии бентонита; в – обработанного в дисперсии модифицированных алюмосиликатов

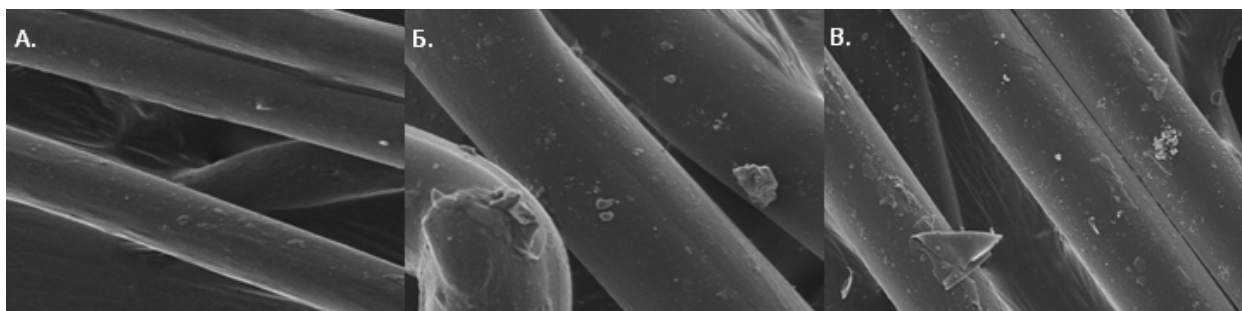


Рис.2. Микрофотографии полиамидного волокна: а – исходного; б – обработанного в дисперсии бентонита; в – обработанного в дисперсии модифицированных алюмосиликатов

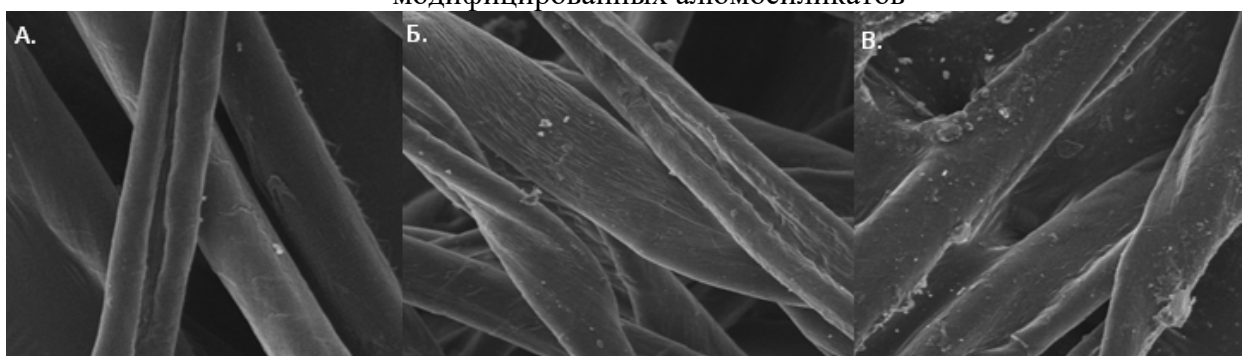


Рис.3. Микрофотографии Хлопкового волокна: а – исходного; б – обработанного в дисперсии бентонита; в – обработанного в дисперсии модифицированных алюмосиликатов

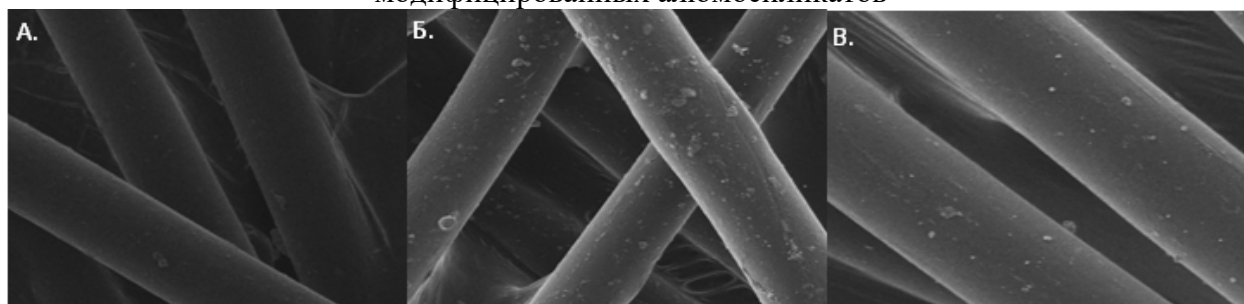


Рис.4. Микрофотографии полиэфирного волокна 1: а – исходного; б – обработанного в дисперсии бентонита; в – обработанного в дисперсии модифицированных алюмосиликатов

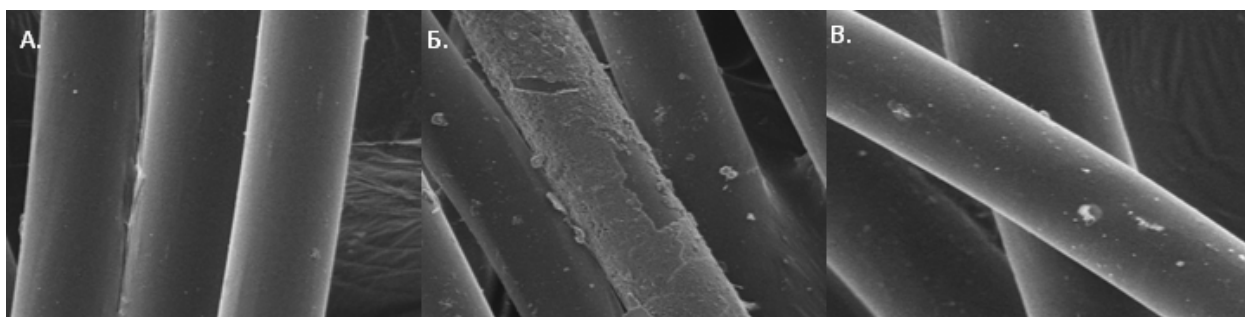


Рис.5. Микрофотографии полиэфирного волокна 2: а – исходного; б – обработанного в дисперсии бентонита; в – обработанного в дисперсии модифицированных алюмосиликатов

Полученные снимки наглядно свидетельствуют о том, что порошки алюмосиликатов сорбированы и удерживаются на волокнистом материале. Помимо всего прочего, фотографии позволяют оценить распределение микрочастиц алюмосиликатов по поверхности волокна.

На шерстяном волокне натуральный бентонит фиксируется в основном по краям и сколам чешуек. В отличие от него, монтмориллонит, модифицированный диоксидом титана, равномерно распределяется по всей поверхности шерсти. Такой эффект вероятнее всего связан с перераспределением заряда на поверхности волокна и частицах алюмосиликата. Поскольку бентонит в водной среде приобретает преимущественно отрицательный заряд, его частицы фиксируются на положительно заряженных краях чешуек и на микродефектах волокна, также имеющих положительный заряд [4]. В свою очередь, внутри кристаллов пилларных глин заряд распределяется более равномерно, чем у природных минералов, поэтому их частицы образуют равномерный застил по всей поверхности.

Тенденция закрепления частиц алюмосиликатов в первую очередь на микродефектах поверхности волокна сохраняется и для других волокнистых материалов. При этом визуально отмечается преобладание частиц ПМ на волокне, что совпадает и с гравиметрическими исследованиями (Табл. 1).

Таблица 1

Изменение массы волокна до и после обработки натуральным и пилларированным монтмориллонитами

	ПМ			НМ		
	m до обр. гр	m после обр. гр	Δ, %	m до обр. гр	m после обр. гр	Δ, %
Шерсть	0,5002	0,5127	2,4990	0,5005	0,5062	1,1388
Полиамид	0,5005	0,5028	0,4595	0,5005	0,502	0,2997
Хлопок	0,5001	0,542	8,3783	0,5015	0,52941	5,5633
Полиэфир 1	0,4992	0,5124	2,6442	0,5002	0,5022	0,3998
Полиэфир 2	0,5006	0,5192	3,7155	0,5033	0,5048	0,2981

Природа сил, удерживающих частиц алюмосиликатов на поверхности волокна вероятнее всего носит характер электростатического взаимодействия. Косвенным доказательством этого могут служить результаты ИК-спектроскопии исходных волокон и с закрепленными на них алюмосиликатами.

В качестве примера на рис. 6 представлены ИК-спектры шерстяного волокна, полученные на рентгеновском дифрактометре Bruker D8 Advance (Bruker-AXS, Германия). Из рисунка видно, что выше  $700 \text{ см}^{-1}$  профили основных полос поглощения подобны и представляют собой характеристический спектр белка [5], основными полосами которого являются: полосы поглощения валентных колебаний NH-групп в области  $3000 - 3600 \text{ см}^{-1}$ ,

поглощения валентных колебаний (C=O)-связи с максимумом вблизи  $1650\text{ см}^{-1}$  (амид I), деформационные колебания NH-групп с максимумом вблизи  $1530\text{ см}^{-1}$  (амид II). Наличие нескольких малоинтенсивных пиков в области частот  $400 - 700\text{ см}^{-1}$  у композитов, очевидно, обусловлено закреплением глинистых частиц на волокнах, поскольку именно в этом интервале частот должны располагаться полосы деформационных колебаний связей Si-O-Si, Al-O-Si и Ti-O-Ti [6].

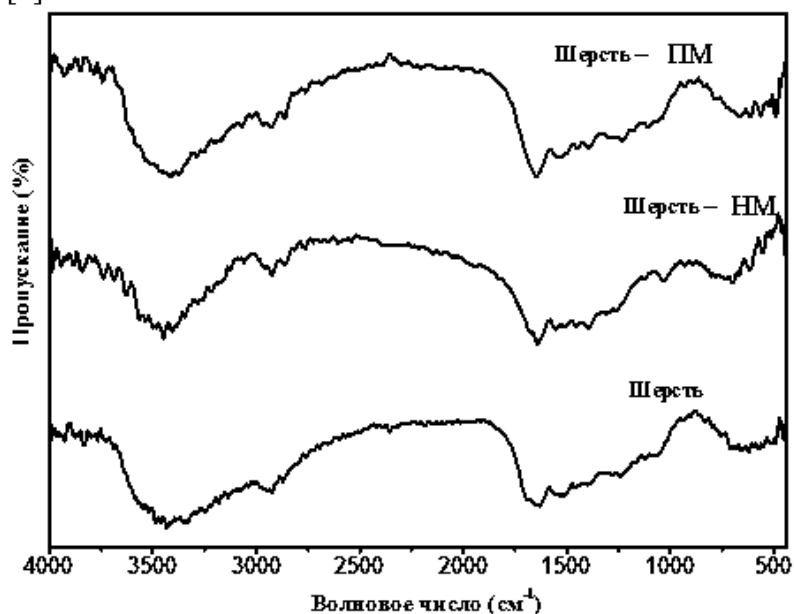


Рис. 6. ИК-спектры шерстяного волокна с иммобилизованными алюмосиликатами. Таким образом, закрепление на волокнистых материалах частиц как природных, так и модифицированных алюмосиликатов можно считать доказанным. Дальнейшие исследования будут посвящены эффектам, которые могут быть получены благодаря присутствию минералов на волокне.

*Исследование проведено с использованием ресурсов Центра коллективного пользования научным оборудованием ИГХТУ (при поддержке Минобрнауки России, соглашение № 075-15-2021-671)*

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Владимирцева, Е.Л. Исследование сорбции алюмосиликатов шерстяным волокном /Е.Л. Владимирцева, Л.В. Шарнина, И.Б. Блиничева, А.С. Желнова //Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. - 2010. - № 8. - С.55-58
2. Владимирцева, Е.Л. Улучшение потребительских свойств шерсти / Е.Л. Владимирцева, Л.В. Шарнина, М.А. Вельбой // Известия высших учебных заведений. Технология легкой промышленности. – 2012. - т.17. - № 3. – С. 91-95
3. Butman M.F., Ovchinnikov N.L., Karasev N.S., Kochkina N.E., Agafonov A.V., Vinogradov A.V. Photocatalytic and adsorption properties of TiO<sub>2</sub>-pillared montmorillonite obtained by hydrothermally activated intercalation of titanium polyhydroxocomplexes // Beilstein J. Nanotechnol. – V.9, 2018. P.364...378
4. Новорадовская Т.С., Садова С.Ф. Химия и химическая технология шерсти, М.: Легпромбытиздат, 1986. – 200 с.
5. Movasaghi Z., Rehman S., Rehman I./ Raman Spectroscopy of Biological Tissues // Appl. Spectrosc. Rev., 2008, vol. 43, p. 134.
6. Vasconcelos D. C. L., Costa V. C., Nunes E. H. M., et al. / Infrared Spectroscopy of Titania Sol-Gel Coatings on 316L Stainless Steel // Mater. Sci. Appl., 2011, vol. 2, p. 1375-1382.

**ВЛИЯНИЕ НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЛИПРОПИЛЕНОВЫХ НИТЕЙ С ПОЛИТЕТРАФТОРЭТИЛЕНОВЫМ ПОКРЫТИЕМ ДОПИРОВАНИЯ ЕГО ЦИНКСОДЕРЖАЩИМИ НАНОЧАСТИЦАМИ, СТАБИЛИЗИРОВАННЫМИ УЛЬТРАДИСПЕРСНЫМ ПОЛИТЕТРАФТОРЭТИЛЕНОМ**

**EFFECT ON THE PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF POLYPROPYLENE YARNS WITH POLYTETRAFLUOROETHYLENE COATING DOPING IT WITH ZINC-CONTAINING NANOPARTICLES STABILIZED BY ULTRA-FINE POLYTETRAFLUOROETHYLENE**

С.Ю. Вавилова<sup>1</sup>, Н.П. Пророкова<sup>1,2</sup>, В.И. Халдин<sup>3</sup>, А.С. Сибрин<sup>2</sup>  
S.Yu. Vavilova<sup>1</sup>, N.P. Prorokova<sup>1,2</sup>, V.I. Haldin<sup>3</sup>, A.S. Sibrin<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Институт химии растворов имени 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

E-mail: sjv@isc-ras.ru

Формованием из расплава получены комплексные полипропиленовые нити с фторопластовым покрытием, содержащим стабилизированные ультрадисперсным политетрафторэтиленом цинксодержащие наночастицы. Изучено влияние способа приготовления и состава формовочной препаарации на физико-механические свойства нитей.

Ключевые слова: полипропиленовые нити, прочность, политетрафторэтилен, частицы ZnS.

Polypropylene yarns with polytetrafluoroethylene coating doped Zn or Fe particles obtained by melt molding. The influence of the method of preparation and the composition of the molding preparation on the physical and mechanical properties of the yarns has been studied.

Key words: polypropylene yarns, strength, polytetrafluoroethylene, particles of ZnO.

Производство полипропиленовых (ПП) материалов в РФ неуклонно растет. Из полипропилена изготавливают нетканые материалы медицинского назначения, хирургические нити, геотекстиль, ковровые покрытия, обивочные материалы. Расширить область применения волокнистых материалов из полипропилена, значительно улучшить качество и придать новые свойства можно за счет модифицирования их металлсодержащими наночастицами. В частности, для придания биоцидности текстильным материалам традиционно применяются наночастицы серебра, которые достаточно устойчиво закрепляются на природных волокнах, имеющих на поверхности огромное количество функциональных групп. Полипропиленовые материалы отличаются невысокой стоимостью и часто используются для получения одноразовых изделий, поэтому использовать дорогостоящие наночастицы серебра для модификации таких изделий не рационально.

В настоящей работе для поверхностного модифицирования ПП нитей выбраны цинксодержащие наночастицы, т.к. препараты на основе цинка широко используются в медицине, кроме того, они значительно дешевле соединений серебра [1,2]. Полипропиленовое волокно имеет вид практически идеального лишенного пор цилиндра, имеющего химически инертную гладкую поверхность. Прочно закрепить на поверхности такого волокна наночастицу очень сложно. Нами была поставлена задача прочно закрепить наночастицы на

поверхности нити, исключив этим негативное влияние агрегированных наночастиц на прочность нитей и усилив антимикробный эффект.

Ранее в ИХР РАН был предложен принципиально новый подход к получению полипропиленовых нитей с фторопластовым покрытием, заключающийся в том, что для обеспечения адгезии фторопласта к поверхности нити суспензия политетрафторэтилена (суспензия фторопласта 4Д или СФ-4Д) наносится на поверхность горячей нити при формовании её из термопластичного полимера на стадии замасливания. В дальнейшем, на стадии ориентационного вытягивания, толщина покрытия, за счет способности фторопласта к псевдотекучести и высокого коэффициента теплового расширения, значительно уменьшается, покрытие приобретает равномерность и становится ориентированным. Такие нити имеют структуру ядро-оболочка, причем оболочка состоит из политетрафторэтилена. Они обладают свойствами, подобными свойствам нитей из фторопласта (высокими хемостойкостью и гидрофобностью, низким коэффициентом трения) [3,4]. Новизна разработки защищена двумя патентами РФ на изобретение [5,6]. Нами было предложено использовать фторопластовое покрытие для закрепления наночастиц и придания нитям антимикробных свойств [7,8]. Поскольку в работах [7,8] показано, что свойства нити с ПТФЭ покрытием в значительной степени определяются равномерностью последнего, для уменьшения склонности металлосодержащих наночастиц к агрегации применяли их в стабилизированной форме - в виде композиционных модификаторов.

Использованные в настоящей работе композиционные модификаторы представляют собой наночастицы ZnS, иммобилизованные в процессе синтеза на поверхности частиц ультрадисперсного политетрафторэтилена (УПТФЭ) (размер частиц 50-300 нм). Композиционные модификаторы были синтезированы в Федеральном исследовательском центре им. Н.Н. Семенова Российской академии наук [9,10]. Суспензия фторопласта СФ-4Д, используемая нами для получения покрытия на ПП нитях, представляет собой взвесь ультрадисперсного фторопласта в воде. Было высказано предположение, что частицы композиционного модификатора на основе УПТФЭ будут хорошо совмещаться с суспензией фторопласта СФ-4Д, в результате чего структура модифицированного покрытия будет равномерной.

Целью настоящей работы являлось исследование физико-механических характеристик полипропиленовой нити с покрытием на основе ПТФЭ, допированным композиционным модификатором УПТФЭ/ZnS.

Формовочную препарацию для модифицирования нитей получали следующим образом: брали расчетное количество суспензии фторопласта СФ-4Д, стеарат натрия, порошок УПТФЭ/ZnS, дистиллированную воду, и при нагревании размешивали при помощи магнитной мешалки 2-3 часа до образования устойчивой гомогенной суспензии. Во всех используемых в работе композициях содержание фторопласта составляло 10 %, без учета УПТФЭ/ZnS, содержание стеарата натрия – 0,2 %. Были получены полипропиленовые нити со сформированным на поверхности каждого филамента покрытием на основе суспензии фторопласта 4Д, допированное композиционным модификатором УПТФЭ/ZnS.

Формование нитей проводили на лабораторном стенде СФПВ-1. Состав для модификации с заданными количествами добавок наносили на горячие полипропиленовые нити на стадии замасливания на первой и второй замасливающих шайбах. После формования и нанесения суспензии фторопласта нити подвергали ориентационному вытягиванию и термостабилизации с использованием стенда ОСВ-1. Фотографии, схемы стендов и описание режимов их функционирования представлены в работах [3,11,12]

Для работы нами были использованы две марки гранулята ПП 01250 и 01030, отличающиеся показателем текучести расплава и, следовательно, температурными режимами формования и ориентационного вытягивания.

Физико-механические характеристики модифицированных нитей приведены в табл. 1.

## Физико-механические характеристики полипропиленовых нитей, с фторопластовым покрытием, допированным композитным модификатором УПТФЭ/ZnS

Содержание композитного модификатора УПТФЭ/ZnS в формовочной композиции, %	Марка ПП	Относительная разрывная нагрузка, сН/текс	Удельное разрывное удлинение, %
ПП нить без покрытия	01250	59,7±2,21	36,1±1,78
0	01250	58,2±2,77	34,6±3,27
0,1	01250	52,0±6,94	34,1±3,77
0,2	01250	69,8±3,63	33,9±1,95
ПП нить без покрытия	01030	59,1±2,40	42,5±2,10
0	01030	59,2±2,12	37,6±3,14
0,2	01030	57,2±2,67	40,2±2,73
0,5	01030	56,9±1,74	37,3±2,2
0.2 (обработка УЗ)	01030	59,2±2,36	47,5±2,11

ПП нити из гранулята марки 01250 (ПТР=22 г/10мин) формовали при температуре 200°C, из марки гранулята 01030 (ПТР=3 г/10 мин) формовали при температуре 220 °С. Прочности немодифицированных нитей практически не отличаются и не зависят от марки ПП (см. табл. 1). Прочности нитей из ПП марки 01250 с покрытием, содержащим композитный модификатор УПТФЭ/ZnS, отличаются большим разбросом. При формовании при более низкой температуре композитный модификатор, содержащийся в формовочной композиции, выпадал в осадок, и определение его точного содержания в покрытии оказалось невозможным. Поэтому в дальнейшей работе использовали ПП марки 01030.

Прочности полученных из гранулята марки 01030 нитей с покрытием, допированным композитным модификатором УПТФЭ/ZnS, немного ниже, чем у немодифицированных нитей, что можно объяснить наличием крупных частиц композиционного модификатора в покрытии (см. рисунок), что приводит к повышению неравномерности покрытия.

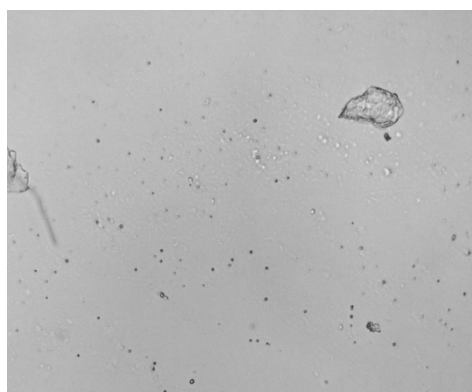


Рис. 1. Микрофотография ПП пленки с содержащим 0,2% УПТФЭ+ZnS покрытием на основе ПТФЭ. Метод оптической микроскопии. Увеличение 400 раз

Водную суспензию, содержащую дисперсию политетрафторэтилена, стеарат натрия и композитный модификатор УПТФЭ/ZnS, подвергли ультразвуковой (УЗ) обработке с использованием низкочастотного ультразвукового диспергатора типа УЗДН-2Т в термостатируемом сосуде при частоте  $f = 22$ . Время экспозиции составляло 2 минуты. Обработка ультразвуком в течение 2 минут позволила уменьшить размеры частиц

композитного модификатора УПТФЭ/ZnS, улучшить их совместимость с суспензией фторопласта и достичь прочности, равной прочности немодифицированных нитей.

Наличие в покрытии нитей крупных включений (рисунок) может оказать негативное влияние на адгезию покрытия к поверхности нити. Для того чтобы оценить прочность взаимодействия политетрафторэтиленового покрытия с полипропиленовой подложкой, определяли адгезионную прочность контакта по методу нормального отрыва двух склеенных плоских поверхностей: на две ПП пленки размером 20 x 40 мм наносили состав, аналогичный составу формовочной препаарации при получении нитей с ПТФЭ покрытием, содержащим композитный модификатор УПТФЭ/ZnS. Пленки соединяли друг с другом сторонами с нанесенной формовочной препаарацией. По поверхности соединенных пленок прокатывали резиновым роликом, чтобы удалить воздух и получить максимально ровное и прочное соединение. Соединенные пленки выдерживали 1 час при комнатной температуре, после чего вытягивали в 5 раз при температуре 130 °С на стенде ОСВ-1. Прочность адгезионного разрушения при нормальном отрыве определяли на модернизированной разрывной машине 2099-P-5 при угле раздира 180 °С и скорости 2 мм/с. Результаты измерений приведены в табл.2.

Таблица 2

Удельная прочность адгезионного разрушения ПП пленок с покрытием на основе ПТФЭ

Содержание композитного модификатора УПТФЭ/ZnS в формовочной композиции, %	Удельная прочность адгезионного контакта, Н/мм
0	0,18
0,1	0,18
0,2	0,18
0,2 (обработка УЗИ)	0,19
0,5	0,18

Результаты эксперимента показали (табл. 2), что введение во фторопластовое покрытие композитного модификатора УПТФЭ/ZnS в количестве 0,1-0,5 % не влияет на прочность адгезионного контакта покрытия к подложке.

Изучено влияние на физико-механические свойства ПП нитей с покрытием на основе политетрафторэтилена допирования его малыми (0,1-0,5 %) количествами композитного модификатора УПТФЭ/ZnS. Установлено, что качественные характеристики покрытия в значительной степени определяются температурой формования нитей. Полуцикловые характеристики ПП нити с покрытием на основе политетрафторэтилена, сформованной из гранулята марки 01030 при 220°С, аналогичны полуцикловым характеристикам немодифицированных ПП нитей. Введение в покрытие композитного модификатора УПТФЭ/ZnS не вызывает изменения прочности адгезионного контакта покрытия с полипропиленовой нитью.

*Исследование проводилось при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (госконтракт № 01201260484).*

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Хлебникова А.Н., Петрунин Д.Д. Цинк, его биологическая роль и применение в дерматологии – Вестник дерматологии и венерологии. - - 2013. №6.- С.100-115.
2. Бабушкина И.В., Чеботарева Е.Г., Эльбубу М., Орлов С.Б., Бородулина Е.В., Бородулин В.Б. Влияние наночастиц цинка на бактериальные клетки – Вестник РУДН, серия Медицина. – 2012. - №3. – С. 22-25.
3. Prorokova N.P., Vavilova S.Y., Bouzник V.M A novel technique for coating polypropylene yarns with polytetrafluoroethylene // Journal of Fluorine Chemistry. - 2017. - V. 204. – P. 50 – 58.

4. Prorokova N.P., Vavilova S.Y. Bulk and surface modification of polypropylene filaments at the stage of their formation from a melt // *Fibre Chemistry*. – 2018. - V. 50, No. 3. - P. 233-238.
5. Пророкова Н.П., Вавилова С.Ю., Кумеева Т. Ю., Морыганов А.П., Бузник В.М. Синтетические нити с высокой хемостойкостью и низким коэффициентом трения. Патент РФ на изобретение №2522337, Заявка № 2012153927/05 от 14.12.2012, зарегистрировано в Госреестре 16 мая 2014 г. Опубликовано 10.07.2014, Бюл. №19.
6. Пророкова Н.П., Вавилова С.Ю., Кумеева Т. Ю., Морыганов А.П., Бузник В.М. Способ получения синтетических нитей. Патент РФ на изобретение №2522338, Заявка № 2012153928/05 от 14.12.2012, зарегистрировано в Госреестре 16 мая 2014 г. Опубликовано 10.07.2014, Бюл. №19.
7. Prorokova N., Vavilova S. Properties of polypropylene yarns with a polytetrafluoroethylene coating containing stabilized magnetite particles // *Coatings*. – 2021. - 11(7). - 830
8. Prorokova N.P., Vavilova S.Y., Bouzник V.M Mechanical characteristics of a polypropylene yarn with a polytetrafluoroethylene-based coating obtained through a new technology // *Theoretical Foundations of Chemical Engineering*. – 2021. – V. 55, No. 5 – P. 1021-1027.
9. Коробов М.С., Юрков Г.Ю., Козинкин А.В., Кокшаров Ю.А., Пирог И.В., Зубков С.В., Китаев В.В., Сарычев Д.А., Бузник В.М., Цветников А.К., Губин С.П. Новый наноматериал металлсодержащий политетрафторэтилен // *Неорганические материалы*.-2004.-Т.40.-№1.-с.31-40.
10. Юрков Г.Ю., Рыженко Д.С., Кириллов В.Е., Провоторов А.С., Жуков А.М. Композиционные материалы на основе полимеров и металлсодержащих наночастиц: синтез, свойства, применение // *Полимеры 2022. Сборник трудов XXIII Ежегодной Научной конференции Отдела полимеров и композиционных материалов Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федеральный исследовательский центр химической физики им. Н.Н. Семенова Российской академии наук: Москва, 2022. - С. 45-47.*
11. Вавилова С.Ю., Пророкова Н.П., Пикалов А.П. Влияние условий формования и ориентационного вытягивания полипропиленовой нити на её физико-механические свойства // *Известия ВУЗов. Технология легкой промышленности*. – 2011. – Т. 12, № 3. – С. 17 – 20.
12. Prorokova, N.P. Modification of polypropylene filaments with metal containing nanoparticles immobilized in a polyethylene matrix / N.P. Prorokova, S.Yu. Vavilova, M.I. Biryukova, G.Yu. Yurkov, V.M. Buznik // *Nanotechnol. Russ.* – 2014. – V. 9. – P. 533-540.



## ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ВЛАГОТДАЧИ ТРИКОТАЖНЫХ СЛОИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ ИЗ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ НИТЕЙ

### STUDY OF THE PROCESS OF MOISTURE TRANSFER OF KNITTED LAYERED MATERIALS FROM FUNCTIONAL THREADS

А.С. Воробьева, Н.В. Скобова, Н.Н. Ясинская, А.В. Горохова  
A.S. Vorobieva, N.V. Skobova, N.N. Yasinskaya, A.V. Gorohova

Витебский государственный технологический университет (Республика Беларусь)  
Vitebsk State Technological University (Republic of Belarus)  
E-mail: skobova-nv@mail.ru, yasinskaynn@rambler.ru, rew2001.2015@gmail.com

Рассмотрены вопросы влагопоглощения и влагоотдачи трикотажными структурами из функциональных видов нитей. Для оценки транспортных свойств влаги рассчитывались показатели индекса диффузии влаги и скорость испарения. Установлено влияния структуры поверхности полотна и особенности физической модификации применяемых нитей на гигиенические характеристики полотен.

**Ключевые слова:** смачиваемость, скорость испарения, функциональные нити, трикотаж.

The issues of moisture absorption and moisture return by knitted structures from functional types of threads are considered. To assess the transport properties of moisture, the indicators of the moisture diffusion index and the evaporation rate were calculated. The influence of the structure of the surface of the fabric and the features of the physical modification of the threads used on the hygienic characteristics of the fabrics have been established.

**Key words:** wettability, evaporation rate, functional yarns, knitwear.

Качество жизни современного человека постоянно повышается, что влечет за собой рост потребностей в отношении комфортности традиционных текстильных изделий. Комфортность одежды зависит от механических, тепловых и влагопроницаемых свойств материала из которого она изготовлена. Одежда обеспечивает функцию терморегуляции организма при изменяющихся физических нагрузках. Человеческое тело вырабатывает тепло во время любой деятельности, а для отвода чрезмерного тепла от тела человека запускается механизм потоотделения. Важно, чтобы тело поддерживало подходящий баланс температуры и влажности в соответствии с различными условиями окружающей среды. Различают две формы потоотделения: неощутимое (в этой форме пот переносится в виде пара и проходит через воздушные промежутки между нитями в ткани) и жидкая (эта форма возникает при более высокой скорости потоотделения и смачивает одежду, соприкасающуюся с кожей). Смачивание начинается после накопления количества жидкости, которое заполнит капиллярные поры между волокнами и нитями [1]. Для создания благоприятного микроклимата в пододежном пространстве необходимо чтобы материал обеспечивал отвод жидкой влаги от кожи человека, т.е. обладал высокой смачивающей способностью, и быстро испарял саккумулированную жидкость.

Трикотажные полотна являются наиболее распространенными структурами для изготовления изделий активного отдыха, они обладают хорошей растяжимостью, малыми деформациями, обеспечивают свободу движений, сохраняют форму. Благодаря возможности применения различных комбинаций используемых нитей трикотаж является идеальной основой для функционально адаптивной одежды. Наиболее часто применяемым сырьем для производства одежды активного отдыха являются полиэфирные нити, обладающие высокой паропроницаемостью и быстро сохнут. Однако профилированные полиэфирные волокна в данном ассортименте изделий будут наиболее актуальны, т.к. имеют большую площадь

поверхности, что увеличивает их фитильную способность, а следовательно, и смачиваемость [2].

Целью данной работы является изучение смачивающей способности и влагоотдачи трикотажных полотен, полученных из различного вида функциональных нитей, производства ОАО «СветлогорскХимволокно» (Республика Беларусь).

Нарабатывались опытные образцы трикотажных полотен следующих видов:

Образец 1 - переплетение интерлок из нитей с функцией управления влагой Quick Dry (18,4 текс f144) поверхностной плотностью 210 г/м<sup>2</sup>;

– образец 2 - переплетение интерлок из микрофиламентных нитей Soft (16,7 текс f288) поверхностной плотностью 194 г/м<sup>2</sup>;

– образец 3 – переплетение «ложная сетка» из микрофиламентных нитей Soft поверхностной плотностью 180 г/м<sup>2</sup>;

– образец 4 - переплетение «ложная сетка»: лицевой слой микрофиламентная нить Soft, изнаночный слой – нить Quick Dry поверхностной плотностью 200 г/м<sup>2</sup>.

Трикотажные полотна стирали для удаления остатков замасливателя и снятия внутренних напряжений на нитях, сушили в расправленном виде без растяжения.

Перед проведением испытания все образцы кондиционировали при влажности 65% в течение 24 ч.

Для оценки смачивающей способности материала использовалась методика предложенная в Standart FTTS-FA-004 [3]. На образцы полотен капали жидкость (искусственный пот) фиксированного объема и через 20 секунд снимали размеры площади мокрого пятна. Для снятия показаний использовалась фотокамера. По результатам измерений рассчитывали индекс площади диффузии ( $I_d$ ) влаги материалом, показывающий, какой объем внутри полотна занимает влага:

$$I_d = \frac{S_{di} \cdot b}{M_k \cdot 10^{-3}}, \quad (1)$$

где  $S_{di}$  - площадь диффузии  $i$ -го образца на 20-й секунде, мм<sup>2</sup>;  $b$  – толщина полотна, мм;  $M_k$  – объем жидкости, мл.

Скорость испарения влаги с поверхности трикотажных полотен оценивалась по следующему методу. На образец капают каплю фиксированного объема жидкости (искусственного пота) и снимают в течении 100 минут показания изменяющейся массы влажного образца, после чего рассчитывают коэффициент остаточной влаги  $K_{ост}$  (%) в разные интервалы времени.

Расчетные значения показателей смачиваемости и скорости испарения по экспериментальным данным представлены на рис. 1, 2.

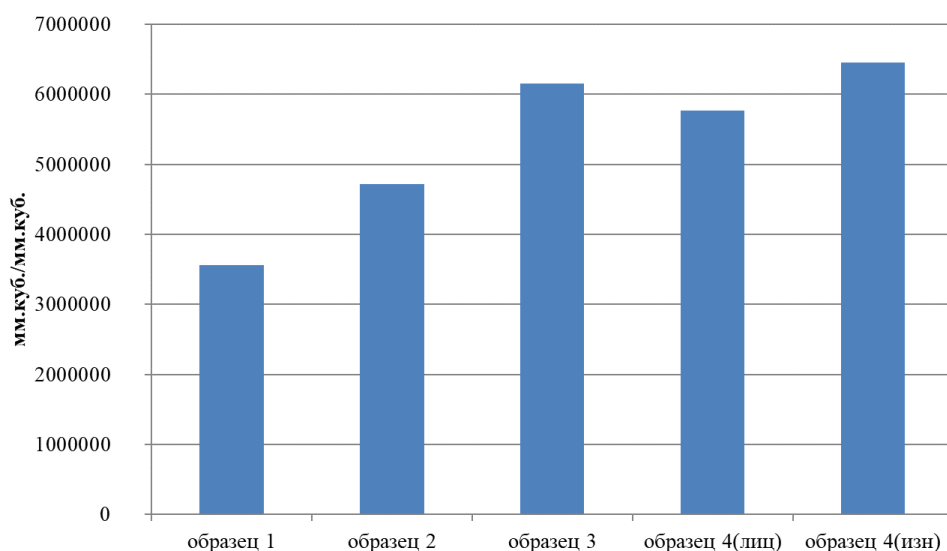


Рис. 1. Индекс диффузии влаги

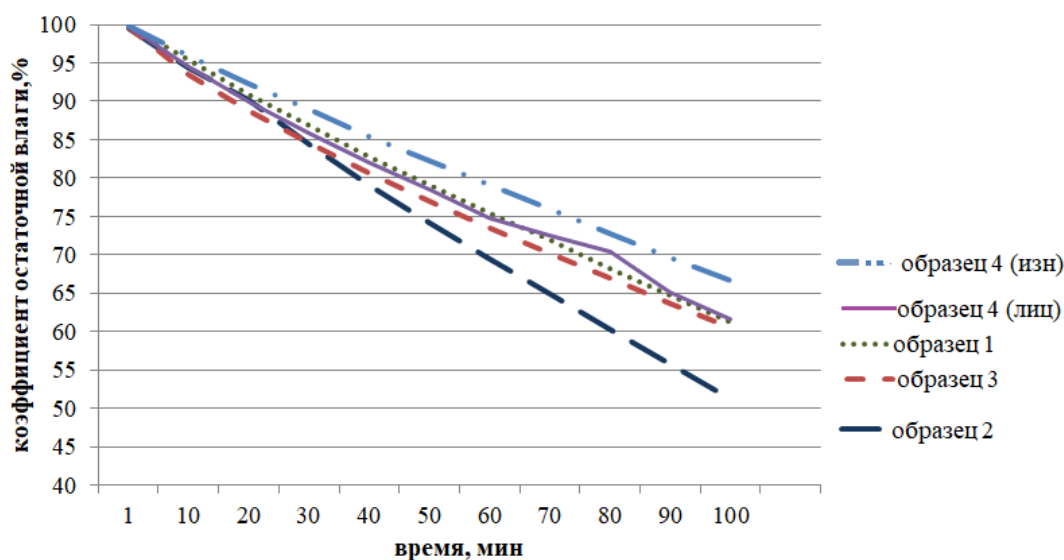


Рис. 2. Кинетика испарения влаги с поверхности опытных образцов

Трикотажные полотна переплетением «ложная сетка» благодаря ячеистой структуре поверхности обладают высокой смачивающей способностью по сравнению с переплетением интерлок (рисунок 1). Высокий индекс диффузии отмечается у образцов из микрофиламентных нитей, малый диаметр элементарных нитей и их количество образуют большую удельную поверхность распространения и, как следствие, смачивающая способность материалов возрастает. Применение нити Quick Dry с изнаночной стороны двухслойного материала позволяет увеличить процент отводимого от тела пота в жидкой фазе.

Анализ кривых испарения влаги в естественных условиях (рисунок 2) показывает, что полотна из микрофиламентных нитей Soft высыхают быстрее, так как открытая площадь поверхности испарения и размер пор больше по сравнению с нитями Quick Dry, имеющих профилированную поверхность элементарных нитей, где влага удерживается за счет капиллярной конденсации и время испарения увеличивается.

Для более детального анализа процесса сушки трикотажных структур в естественных условиях построены кривые скорости сушки в анализируемом диапазоне времени (рисунок 3). Из графиков видно, кинетика процесса различна для анализируемых видов трикотажа. На скорость сушки оказывает влияние как строение трикотажа (вид переплетения), так и особенности профиля используемых нитей. Образцы 1 и 2 получены переплетением интерлок, отличаются длительным прямолинейным периодом прогрева с малой скоростью - линия ВС.

Образцы переплетением «ложная сетка» характеризуются криволинейным периодом прогрева, обусловленным ячеистой структурой полотна. Образец 3 имеет высокую скорость и длительность периода прогрева, что объясняется большой удельной площадью поверхности микрофиламентной нити. Однако испарение в лицевом слое образца 4, содержащего микрофиламентные нити, скорость значительно ниже, что объясняется высокой способностью удерживать влагу нитями Quick Dry изнаночного слоя. Образец 4 с сизаночной стороны имеет минимальный период прогрева за счет более ровного и гладкого рельефа полотна.

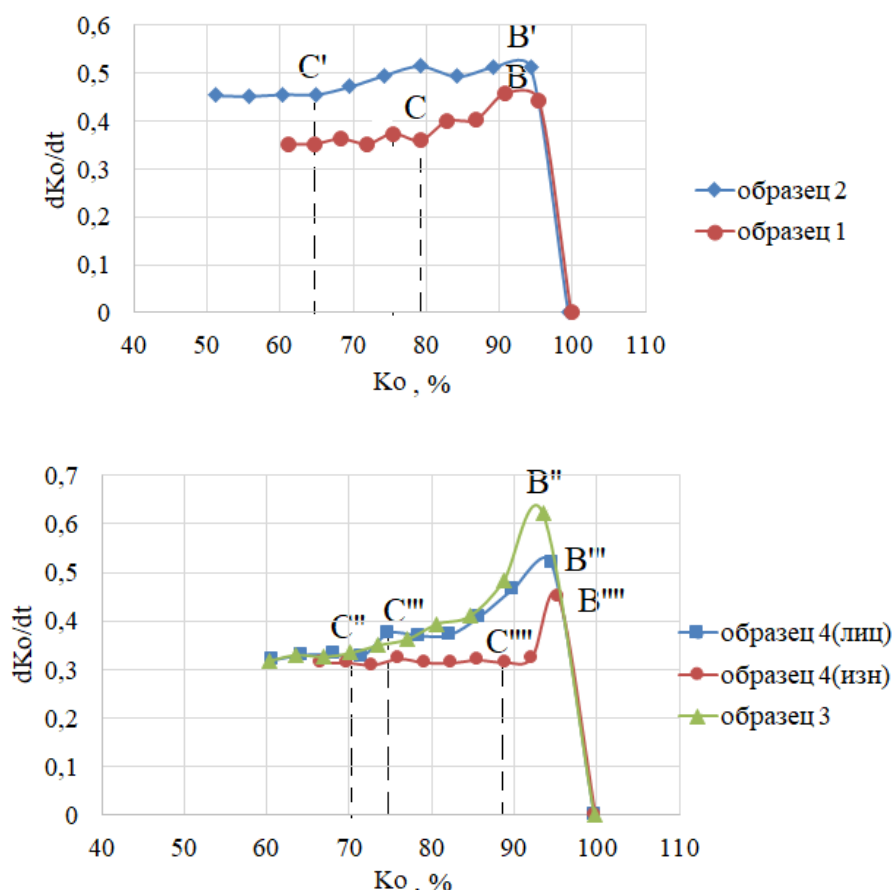


Рис. 3. Кривые скорости сушки трикотажных образцов в анализируемом интервале времени

Таким образом установлено, что механизм транспорта жидкости зависит от действия капиллярных сил и характеристик поверхности полотна. Полотна переплетения «ложная сетка» имеют повышенную смачивающую способность, двухслойный материал благодаря нити Quick Dry с изнаночной стороны позволяет эффективно отводить пот от тела человека. Применение микрофиламентной нити в структуре трикотажа позволяет увеличить скорость испарения влаги с материала.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Baltušnikaitė J, Abraitienė A, Stygienė L, Krauledas S, Rubežienė V, Varnaitė-Žuravliova S. Investigation of Moisture Transport Properties of Knitted Materials Intended for Warm Underwear // FIBRES & TEXTILES in Eastern Europe. 2014. 22, 4(106). p. 93-100.
2. Hasan MMB, Calvimontes A, Synytska A, Dutschk V. Effects of Topographic Structure on Wettability of Differently Woven Fabrics // Textile Research Journal. 2008. 78: 11.
3. Standart FTTS-FA-004. Specified Requirements of Moisture Transferring and Quick Drying Textiles.

4. Исследование кинетики сушки функциональных нитей в естественных условиях / А.В. Сохова, А.Е.Даниленко, Н.В. Скобова, Н.Н.Ясинская // Материалы докладов 54-й международной научно-технической конференции преподавателей и студентов. В двух томах. – Витебск., 2021. - Т.1. – С.280-283.

## ОТХОДЫ ПРОИЗВОДСТВА СИЗК КАК СЫРЬЕ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

### WASTE FROM THE PRODUCTION OF PPE AS RAW MATERIALS FOR THE PRODUCTION OF COMPOSITE MATERIALS

И.А. Гильдеев, Р.Р. Мустафина, А.А. Азанова, А.А. Сухова  
I.A. Gildeev, R.R. Mustafina, A.A. Azanova, A.A. Sukhova

Казанский национальный исследовательский технологический университет  
Kazan National Research Technological University  
E-mail: igildeev@bk.ru, rezed924@gmail.com, azanovlar@mail.ru

В статье представлены результаты применения отходов швейных предприятий, специализирующихся на выпуске средств индивидуальной защиты кожи изолирующего типа. Предложен метод производства и изготовлены лабораторные образцы композиционных материалов из отходов прорезиненных тканей, определены их механические характеристики. Данные материалы могут применяться для получения напольных и настольных противоскользящих покрытий, искусственных кож, технических тканей и других материалов.

**Ключевые слова:** композиционный материал, прорезиненные ткани, измельченные отходы, противоскользящие покрытия.

The article present the results of the use of waste from a sewing enterprise specializing in the production of personal protective equipment insulating the skin. The production technology was developed and laboratory samples of composite materials were made from rubberized fabric waste, their mechanical characteristics were determined. These materials can be used for to produce floor and table anti-slip coatings, imitation leather, technical fabrics and other material.

**Keywords:** composite materials, rubberized fabric, shredded waste, anti-slip coating.

В настоящее время в России функционирует большое количество потенциально химически опасных объектов промышленности. Для обеспечения безопасности сотрудников в рамках трудовой деятельности, а также при возникновении чрезвычайных ситуаций на подобных объектах применяются различные средства индивидуальной защиты, в том числе и средства индивидуальной защиты кожи (СИЗК) [1]. Значительную долю СИЗК составляют костюмы изолирующего типа, которые производятся из комбинированных прорезиненных тканей, в которых с каждой стороны текстильной основы нанесены покрытия из полимерных смесей разной природы [2]. Для производителей и потребителей СИЗК в настоящее время существует проблема утилизации и переработки межлекальных отходов, образующихся при производстве, и самих костюмов с истекшим сроком хранения, который составляет 10-12 лет. Поскольку материалы, из которых изготавливают СИЗК изолирующего типа, обладают относительно большой поверхностной плотностью (400-800 г/м<sup>2</sup>), количество ежегодно образующихся отходов существенно. Работа направлена на разработку композиционных материалов на основе отходов производства СИЗК – прорезиненных тканей и самих изделий.

В качестве объекта исследования выбраны межлекальные отходы материала ЛТЛ-1-2, производства АО «КазХимНИИ». Поверхностная плотность 420±30 г/м<sup>2</sup>, основа материала представляет собой ткань с покрытием бутилкаучука (БК) со смесью тройного этиленпропиленового каучука (СКЭПТ) с лицевой стороны покрыта двумя рецептурами на основе хлорсульфированного полиэтилена (ХСПЭ) и полихлоропрена (ПХП). БК придает материалу газонепроницаемость, применение ХСПЭ объясняется сочетанием высокой озono-, погодо-, коррозионной стойкости, а также масло-, бензо-, огнестойкости с морозо- и теплостойкостью. К характеристикам ПХП можно отнести повышенные бензо-, маслостойкость, а вследствие высокого содержания хлора ПХП имеет повышенную

огнестойкость [3]. Таким образом, при создании композитов на основе отходов стояла задача учитывать и максимально использовать свойства первичного сырья.



Предлагается измельчение отходов материала (рис.) с последующим скреплением полученной крошки клеевыми связующими. В качестве связующего использовали полиуретановые композиции производства ООО «ПолиМикс Казань».



Рис. 1. Вид отходов многослойного прорезиненного материала: а – отходы, подготовленные к измельчению; б - измельченные отходы (размер решетки 5 мм); в – измельченные отходы (размер решетки 2 мм)

Проработаны разные режимы холодного и горячего прессования, степень измельчения и соотношение в смеси, разные соотношения отходов и связующего, возможность нанесения на текстильную основу; получены первичные образцы композиционных материалов, варианты представлены в табл. Полученные материалы испытывали по общепринятым методикам. Прочностные показатели определяли на разрывной машине Tenso-Lab 3 (Китай), водонепроницаемость на приборе Hydrotester FX 3000-III (Textest Instrument, Швейцария), устойчивость к многократному изгибу на основе прибора, описанного в ГОСТ 13868-74.

Таблица 1  
Характеристика композиционных материалов на основе отходов производства СИЗК изолирующего типа

Внешний вид композиционных материалов на основе отходов прорезиненных тканей		
Способ получения	холодное прессование	холодное прессование с одновременным дублированием тканью
Характеристики:		
- поверхностная плотность, г/м <sup>2</sup>	500-900	500-900
- толщина, мм	1,3-1,5	1,3-1,5
- прочность при расслаивании, Н	-	15-25
- прочность при разрыве, Н	-	350-500
- водонепроницаемость, мм вод. ст.	-	90-150
- устойчивость к многократному изгибу (по методике ГОСТ 13868-74), тыс. циклов	30-80	40-80

Полученные материалы обладают равномерной толщиной; сохраняют свойства после замачивания; в зависимости от состава и толщины возможно варьирование их физико-

механических характеристик. Подобные смеси могут применяться для получения напольных и настольных противоскользящих покрытий, искусственных кож и других материалов. Решающим фактором при оценке эффективности переработки отходов предлагаемым способом будет себестоимость, которая зависит в первую очередь от стоимости связующего и его количества в материале.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Батырев В.В., Живулин Г.А. Основы индивидуальной защиты человека от опасных химических и радиоактивных веществ: Науч.-метод. изд. / МЧС России. М.: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2016. 204 с.
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. Тарасов Л.А., Штукина Е.А., Сухова А.А. Технические характеристики современных средств индивидуальной защиты кожи от негативных воздействий поражающих факторов различной природы // Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях, Т.3, 2020, С. 76 -86.



## РАЗРАБОТКА И АНАЛИЗ СВОЙСТВ АВТОРСКОЙ КОЛЛЕКЦИИ ОДЕЖДЫ

### DEVELOPMENT AND ANALYSIS OF THE PROPERTIES OF THE AUTHOR'S CLOTHING COLLECTION

А.А. Голицкова, Е.Н. Власова  
A.A. Golitskova, E.N. Vlasova

Ивановский государственный политехнический университет  
Ivanovo State Polytechnic University  
E-mail: kotovaa-83@mail.ru, vlasovaen-ivanovo@mail.ru

**В работе оценены свойства дизайн-капсулы женской одежды на основе сочетания стилей минимализм и стритстайл. Проведена проверка конструкций по показателям качества и антропометрического соответствия. Оценены конструктивно-эргономические, эстетические и технологические свойства авторской одежды.**

**Ключевые слова:** авторские швейные изделия, технологичность, эргономичность, эстетичность.

**The paper evaluates the properties of a women's clothing design capsule based on a combination of minimalism and street style. The structures were tested in terms of quality and anthropometric compliance. The constructive-ergonomic, aesthetic and technological properties of designer clothes are evaluated.**

**Keywords:** author's garments, manufacturability, ergonomics, aesthetics.

Целью работы является разработка дизайн-капсулы женской одежды из 5 моделей на основе сочетания стилей минимализм и стритстайл с внедрением авторских принтов в стиле каллиграфити. Дополнительно к капсуле разработаны модели одежды с дизайном, адаптированным к массовому производству. Второй блок капсулы состоит из 5 моделей и разработан для ООО «Трикотаж Натали» г. Иваново с учетом специфики ассортимента предприятия. Выполнены промышленные образцы моделей одежды из трикотажа.

Современный женский костюм сочетает различные стили. Особенно актуальным в современной моде считается сочетание стилей минимализм и стритстайл, которые являются основой построения комфортного и практичного образа. Чтобы коллекция выглядела необычно, важно грамотно комбинировать стили. Акцент ставится на надежности (практичности) и эргономических свойствах одежды. Способ формирования проектной идеи на основе сочетания далеких друг от друга стилей является актуальной тенденцией 2022 года.

Коллекция MODUS VIVENDI (образ жизни) построена на основе стилей стритстайл и минимализм [1]. Современная эстетика дизайна интерпретирует эпатажно-классический образ для потребностей повседневной жизни, одновременно являясь ярким стилеобразующим элементом. Дизайн одежды должен быть практичным и эффектным одновременно. Функциональный и классический крой, модный минималистичный силуэт изделий в сочетании с ярким перфомансом – современным дизайнерским плащом, с принтом, выполненным в стиле каллиграфити. Коллекция принтов выполнена с использованием элементов стрит-арта [2]. Одежда сочетает материалы из льна и хлопка с синтетическими волокнами. Цветовая гамма подобрана в соответствии с модными тенденциями, это теплые природные оттенки земли, а также насыщенный зелёный.

Коммерческая линейка коллекции была разработана и предложена для предприятия ООО «Viotex», которое специализируется на выпуске женской одежды из трикотажа для дома и активного отдыха. Также разработаны коммерческие эскизы для компании «Кинешемка». Коллекция адаптирована под производственный ассортимент, выполнение в материале предпочтительно из хлопкового футера, метод нанесения печати – шелкография.

Для ООО «Трикотаж Натали» был создан ряд эскизов и выполненных из трикотажа изделий переплетений пенье, кулирное, сетка. Коллекция состоит из 10 моделей и включает 21 изделие, из которых для выполнения в материале было отобрано 5 моделей – всего 9 изделий и 2 текстильных аксессуара (сумка-пакет). Цветовая гамма коллекции – в основном природные цвета, земляные и травяные цвета, сухоцветы в сочетании с ярким Pantone 17-6154 TCX Green bee (зеленая пчела), также присутствуют ахроматы. Цветовой доминантой является орнамент на изделиях верхнего ассортимента. Пропорции в цвете распределены следующим образом – 35/35/20/10, где 35% – бежевые и темные тона, 20% – яркий зелёный, 10% – ахроматы.

Формообразование изделий – традиционная японская одежда кимоно, а также деконструктивизм – были взяты симметричные и асимметричные вырезы. Стилеобразование коллекции прослеживается за счет сочетания двух противоположных друг другу стилей, а также введения акцента – каллиграфичного принта.

Коллекция одежды предназначена для женщин средней категории типов возрастной группы. Ключевая модель в коллекции – плащ, то есть изделие верхнего курточного ассортимента, используемое предпочтительно на улице, и предназначенное в основном для защиты тела от погодных условий. Те же свойства имеют модернизированные на его основе куртка и жилет. Такая одежда может быть использована для повседневной носки в относительно теплое время года, изделия предпочтительны для энергичного ритма жизни, когда важно одновременно сочетать эргономичность и эстетичность. В настоящее время данный вид одежды является актуальным и может использоваться для создания определенного имиджа, поэтому он должен соответствовать образу потребителя по стилю, фасону, силуэтному решению. Данный вид верхней одежды открывает новые возможности для создания многослойных образов. Изделия из инновационной мембранной ткани представлены с авангардным орнаментом, который выполнен посредством цифровой печати.

Следующий вид изделия – костюм, выполненный также из мембранной ткани, он служит акцентным художественным образом. Летний костюм является стилеобразующим элементом в коллекции и был создан из курточной ткани для поддержания формы изделия.

Нижний слой в коллекции – льняные костюмы, которые имеют актуальный крой, выполнены они в стиле минимализм. Изделия представлены без застежек, воротников, отделочных элементов и фурнитуры. Ключевым в образах является свободный силуэт, современный минималистичный крой, комфортный и лаконичный образ.

Авторский принт и выбранная расцветка плаща становятся главным акцентом в коллекции. После отрисовки принт был отдан на цифровую сублимационную печать на мембранной ткани Hi-Tech 5/5K 8021041. Для разрабатываемой модели плаща, модернизированных на его основе куртки и жилета, а также костюма в качестве основного материала выбрана курточная ткань с мембранным покрытием. Ткань называется мембранной, если в ней присутствуют внешние обработки для защиты от влажности, а также высокие теплоизоляционные свойства. Выбор обусловлен высокими эстетическими и эксплуатационными показателями материала и сравнительно невысокой стоимостью. Для подкладки используется синтетическая ткань (полиэстер), т.к. она обладает следующими свойствами: малая сминаемость, простота ухода, высокая степень скольжения, достаточно высокая прочность и доступная цена. Форма не должна быть жёсткой и устойчивой, поэтому изделие не требует прокладочных материалов.

Остальные виды изделий выполнены из натуральных и искусственных материалов – лён, вискоза, габардин, которые обладают противоположными синтетике свойствами: хорошо впитывают влагу, проводят тепло, устойчивы к загрязнениям [3]. При изготовлении изделий использованы в основном нитки из полиэстера Dog Tak. Была разработана конфекционная карта пакета материалов для изделий. Проработано конструктивное решение моделей (табл. 1).

## Конструктивное решение моделей

№ пп	Наименование изделия	Описание конструкции
1	плащ unisex, летний, из мембранной водоотталкивающей ткани	Изделие большого объема, базового покроя, выполнено на основе кимоно, прямого силуэта, без нагрудной вытачки, длиной до середины икры. Плащ не отрезной по линии талии, без воротника.
2	жилет unisex, летний, из мембранной водоотталкивающей ткани	Изделие большого объема, базового покроя на основе кимоно, прямого силуэта, без нагрудной вытачки, длиной до середины икры. Жилет не отрезной по линии талии, без воротника.
3	куртка unisex, летняя, из мембранной водоотталкивающей ткани	Изделие большого объема, базового покроя на основе кимоно, прямого силуэта, без нагрудной вытачки, длиной до середины бедра. Куртка не отрезная по линии талии, без воротника.
4	костюм из мембранной ткани цвета «графит»	Костюм женский, летний, из мембранной водоотталкивающей ткани, состоит из топа и брюк. Топ умеренного объема, А-силуэта, на бретелях, без нагрудных вытачек. Застежка отсутствует. Брюки с высокой посадкой на талии, расширенные к низу, максимальной длины. Карманы отсутствуют. Застежка в боковом шве, на молнии. Спереди расположены 2 вытачки.
5	костюм из льна, состоит из блузы и брюк	Костюм женский, весенне-летнего сезона, из льняной ткани землистого оттенка. Силуэт – прямой, свободный.
6	блуза женская, летняя, из льняной ткани светло-бежевого оттенка	Изделие прямого силуэта, умеренного объема, базового покроя, длиной до середины бедер. Горловина V-образная. Рукав втачной, одношовный, расширенный книзу.
7	брюки-кюлоты женские, весенне-летнего сезона	Брюки большого объема, А-образного силуэта. Брюки с запахами по бокам вместо швов, состоят из 2-х деталей – правой и левой, каждая из которых, оборачиваясь вокруг ноги, образует запах. На каждой детали по центру расположена резинка. Спереди изделие фиксируется завязками.
8	сарафан длины миди, весенне-летнего сезона	А-образный силуэт, на бретелях (ширина бретели 5 см, длина – 12 см). Вырез горловины асимметричный, под 30°
9	сарафан длины макси, весенне-летнего сезона	А-образный силуэт, с глубоким V-образным вырезом на полочке и спинке.

Проведена проверка конструкций по показателям качества и антропометрического соответствия. Уровень благополучия конструкции оценивался по группам показателей, включающим величины конструктивных прибавок, показатели равновесного расположения изделия на фигуре и показатели согласованности соединяемых срезов.

Выполнена проверка разработанной базовой конструкции путем изготовления макета изделия. Макет оценивался по показателям антропометрического соответствия фигуре (по качеству посадки на фигуре) и по соответствию объемно-силуэтной формы макета художественной идее модели.

Проверка макета базовой конструкции показала, что объемно-силуэтная форма изделия соответствует художественной идее модели. Параметры макета соответствуют фигуре. Такое изделие не вызывает дискомфортных ощущений при эксплуатации. Стан имеет равновесное положение на фигуре. Отсутствуют глубокие заломы, ухудшающие вид поверхности формы. Рукав в пройме расположен правильно, никаких заломов не обнаружено.

Недостатком макета является неправильный объем изделия, противоречащий художественной идее. Для устранения дефекта было прибавлено по 2 см по боковым срезам и пройме. Корректировка позволила избавиться от выявленных дефектов. По результатам проверки макета в модельную конструкцию внесены изменения. Выполнена разработка лекал основных и производных деталей проектируемой модели для всех видов материалов.

Было осуществлено изготовление образца изделия из материала. Анализ показал, что готовое изделие полностью соответствует техническому и художественному эскизам модели. Качество посадки изделия на фигуре также соответствует требованиям, образ потребителя и модели гармонируют друг с другом.

Оценены конструктивно-эргономические показатели качества авторской одежды: конструкция изделия соответствует размерам и форме тела человека, изделие хорошо сидит на фигуре, всё сбалансировано; конструкция удобна в динамике; соответствует психофизиологическим особенностям человека.

Выполнена оценка эстетических свойств коллекции по показателю стиливая выразительность моделей, т.е. определялось соответствие изделий моде по силуэту, пропорциям, форме деталей, цвету, основным и отделочным материалам. Было установлено, что наблюдается цельность композиционного решения (архитектоника модели); выражение свойств материалов в форме конструкции (тектоника модели) полностью рационально; модель достаточно выразительна и оригинальна.

Оценка авторской одежды по технологическим показателям выявила, что конструктивное решение технологической обработки изделий достаточно рационально; при решении конструкции использовались базовые конструктивные основы, стандартные и унифицированные детали и узлы; изделие материалоемкое; конструктивное решение (технологичность) оптимально; достаточно высокая точность изготовления изделия в соответствии с принятой технологией.

Таким образом, в данной работе приведена методика оценки изделий коллекции по общим параметрам: упрощенная конструкция, эргономичность, качество материалов, экономичность затрат, эстетичность. Задача по адаптации авторского дизайн-решения для производственных целей выполнена. Для реализации коллекции «MODUS VIVENDI» может быть представлена на маркетплейсах, таких как Wildberries, OZON, Lamoda.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Дядык, Н. Г. Минимализм как форма философии повседневности / Н. Г. Дядык // Социум и власть. – 2019. – №2. – с. 106-117.
2. Бартлетт, Э. Стрит-арт. За свободным искусством по миру Э. Бартлетт. – М.: Издательство Э, 2019. – 224 с.
3. 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.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК НЕТКАНЫХ УТЕПЛИТЕЛЕЙ, СОДЕРЖАЩИХ КОНОПЛЮ

### RESEARCH OF CHARACTERISTICS OF NON-WOVEN INSULATION CONTAINING HEMP

В.В. Гордеев<sup>1</sup>, Д.Г. Сивков<sup>1</sup>, Т.О. Гойс<sup>2</sup>, М.А. Сташева<sup>2</sup>  
V.V. Gordeev<sup>1</sup>, D.G. Sivkov<sup>1</sup>, T.O. Goys<sup>2</sup>, M.A. Stasheva<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ООО «Предприятие нетканых материалов» (г. Вязники)  
<sup>2</sup>Ивановский государственный политехнический университет  
<sup>1</sup>«Nonwovens Enterprise» (Vyazniki)  
<sup>2</sup>Ivanovo State Polytechnic University  
E-mail: develop@pnm33.ru, mtsm@ivgpu.com

В последнее время в России возрастает интерес к возделыванию технической конопли и ее дальнейшей переработки. Статья посвящена исследованию характеристик нетканых утеплителей, содержащих коноплю. В работе проанализированы действующие стандарты на нетканые полотна. Определена номенклатура показателей качества исследуемого материала. Проведены исследования физико-механических свойств материала-наполнителя Вайкан софт.

**Ключевые слова:** нетканые материалы, конопля, физико-механические свойства, номенклатура показателей качества.

Recently, interest in the cultivation of technical cannabis and its further processing has been increasing in Russia. The article is devoted to the study of the characteristics of non-woven insulation containing hemp. The paper analyzes the current standards for non-woven fabrics. The nomenclature of quality indicators of the studied material is determined. Studies of the physico-mechanical properties of the filler material Vaikan soft have been carried out.

**Keywords:** nonwovens, hemp, physical and mechanical properties, nomenclature of quality indicators.

Нетканые материалы имеют широкое применение в текстильных изделиях. Ассортимент вырабатываемых нетканых материалов разнообразен как по видам происхождения волокнистого состава, так и по назначению. Нетканые материалы обладают хорошими потребительскими свойствами. Другим неоспоримым преимуществом нетканых материалов перед другими текстильными изделиями, это низкая себестоимость производства и рециркуляция, возможность повторного использования вторичного сырья. В настоящее время широкое распространение в качестве утепляющих материалов получили прокладочные утепляющие материалы типа ватинов [1, с. 33].

В последнее несколько лет в России наблюдается стабильный рост по выращиванию технической конопли и ее дальнейшей промышленной переработки, одним из лидеров ООО «Предприятие Нетканых Материалов» г. Вязники.

Благодаря своим природным свойствам, готовые изделия из волокон технической конопли (одеяла, подушки, матрасники, матрасы, одежда) обладают рядом преимуществ: натуральность, экологичность, последующая переработка, воздухопроницаемость, гигроскопичность, гигиена, гипоаллергенность и многое другое.

Первое с чем столкнулись отечественные производители такого волокна, это нехватка производителей сырья – волокна технической конопли.

Во-вторых, отсутствует современная нормативная база, четко регламентирующая все виды деятельности по выращиванию и переработки технической конопли [2, с. 867].

Целью работы является проведение исследования физико-механических свойств нетканого материала-наполнителя «Вайкан», предоставленное предприятием ООО «Предприятие нетканых материалов» (г. Вязники). Вайкан – это линейка экологически

чистых, белого цвета нетканых материалов наполнителей, созданных на основе очищенных волокон белой технологической конопли, льна и шерсти овцы мериноса. Особенность наполнителя «Вайкан» - преобладание в составе волокон технической конопли.

Конкурентные преимущества нетканого материала наполнителя Вайкан:

– натуральность. Материал содержит не менее 70 % натуральных волокон, которые имеют постоянный стабильно растущий спрос.

– гигиеничность. Гигиеничность продуктов подтверждена лабораторным путем и имеет соответствующую сертификацию.

– пригодность к вторичной переработке. Волокна белой конопли, льна и шерсти – высокоэкологичные материалы, которые можно использовать повторно. Использование нетканого материала наполнителя Вайкан, позволяет развивать выращивание и переработки лубяных культур, увеличение посевных гектар. Массовое потребление и выращивание повлияет на мировое снижение потребления воды, загрязнения воздуха, эрозии почвы, углеродного следа, сократить выбросы в природу.

На первом этапе был проведен обзор действующих нормативных документов на нетканые материалы [3,4,5] и установлена номенклатура показателей качества нетканых утеплителей (табл. 1).

Таблица 1

Номенклатура показателей качества нетканых утеплителей

Наименование показателя качества	Обозначение показателя качества	Наименование характеризваемого свойства
<b>1. ПОКАЗАТЕЛИ НАЗНАЧЕНИЯ</b>		
Состав сырья (массовая доля компонентов сырья, %) (ГОСТ ИСО 1833-2001)	-	Сырьевой состав
Поверхностная плотность, г/м <sup>2</sup> (ГОСТ 3811-72)	m <sub>s</sub>	Материалоемкость
Толщина, мм (ГОСТ 12023)	Т	Технологические свойства Теплозащитные свойства
Неровнота по массе, % (ГОСТ 15902.2)	K <sub>B</sub>	Неравномерность
<b>2. ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ</b>		
Изменение линейных размеров после стирки и глажения, % (ГОСТ 30157.0, ГОСТ 30157.1)	Y <sub>д</sub> , Y <sub>ш</sub>	Стабильность размеров
Изменение линейных размеров после влажно-тепловой обработки, % (ГОСТ 30157.0, ГОСТ 30157.1)	Ирд, Ирш	Стабильность размеров
Разрывная нагрузка, Н (кгс) (ГОСТ Р 53226)	Р	Прочность
Миграция волокон, кг/м <sup>2</sup> -с (ГОСТ 26464)	K <sub>T</sub>	Стабильность массы
<b>3. ГИГИЕНИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ</b>		
Воздухопроницаемость, дм <sup>3</sup> /м <sup>2</sup> -с (ГОСТ 12088)	Q	Способность пропускать воздух
Гигроскопичность, % (ГОСТ Р 57876)	H	Сорбционные свойства

Продолжение Таблицы 1

Наименование показателя качества	Обозначение показателя качества	Наименование характеризваемого свойства
Суммарное тепловое сопротивление $m^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт}$ (ГОСТ 20489)	$R_{\text{сум}}$	Способность сохранять тепло
<b>4. ЭСТЕТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ</b>		
Засоренность, % (ГОСТ Р 57027-2016)	-	Внешний вид
<b>5. ПОКАЗАТЕЛИ БЕЗОПАСНОСТИ</b>		
Огнестойкость (ГОСТ 15898-70, ГОСТ Р ИСО 14116-2013)	-	Устойчивость к воспламеняемости
Безвредность химического состава материала (ТР ТС 017/2011)	-	Безопасность

В результате проведенных испытаний по ряду показателей, наиболее важных для потребителей, были получены следующие результаты, представленные в табл. 2.

Таблица 2

Сводная таблица результатов испытаний

№	Наименование показателя, размерность	Величина показателя в НД	Результаты испытания нетканого полотна «Вайкан»	Наименование НД
1	Суммарное тепловое сопротивление, $^{\circ}\text{Cm}^2/\text{Вт}$	Не менее 0,5	0,569	ГОСТ 20489
2	Изменение линейных размеров после мокрой обработки, % -основа; -уток	-	-1 6,5	ГОСТ 30157.01 ГОСТ 30157.02
3	Гигроскопичность, %	Не менее 4	8,8	ГОСТ 3816
4	Воздухопроницаемость, $\text{дм}^3/\text{м}^2\text{с}$	Не менее 70	2333	ГОСТ 12088

Из таблицы видно, что нетканый материал наполнитель «Вайкан» соответствует требованиям, установленным в нормативной документации для нетканых полотен, и может конкурировать наряду с другими материалами схожего назначения [6]. Дальнейшие исследования будут направлены на разработку технических условий для производства нетканого материала «Вайкан» и сравнение его с ближайшими аналогами.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Быстрова, Н. Ю. Исследование потребительских свойств нетканых материалов / Н. Ю. Быстрова, Е. О. Татарина // Инновации и современные технологии в индустрии моды: материалы III Всероссийской научно-практической конференции, Новосибирск, 14 мая 2020 года / Новосибирский технологический институт (филиал) РГУ им. А.Н. Косыгина. – Саратов: Общество с ограниченной ответственностью "Амирит", 2020. – С. 33-37. – EDN WХKVLO.

2. Никифоров, А.Е., Анализ состояния производства технической конопли/ А.Е. Никифоров, Т.О. Гойс// Молодые ученые - развитию Национальной технологической инициативы (ПОИСК). 2022. №1. С. 866-867.
3. ГОСТ Р 58957-2020 Пенька однотипная неориентированная. Технические условия.
4. ГОСТ Р 57027-2016 Полотна нетканые термоскрепленные объемные синтетические. Общие технические условия
5. ГОСТ 4.34-84 Система показателей качества продукции (СПКП). Полотна нетканые и штучные нетканые изделия бытового назначения. Номенклатура показателей
6. Объемные нетканые утеплители из натуральных волокон российского происхождения / Е. А. Кирсанова, А. В. Вершинина, О. В. Веселова, С. Н. Иванова // Дизайн, технологии и инновации в текстильной и легкой промышленности (ИННОВАЦИИ-2020): Сборник материалов Международной научно-технической конференции, Москва, 12 ноября 2020 года. – Москва: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)", 2020. – С. 30-33. – EDN TKEDWL.



**РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО МОДУЛЯ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ СБОРА  
ВХОДЯЩИХ ДАННЫХ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ШВЕЙНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ  
ПРИ РАБОТЕ С ИНДИВИДУАЛЬНЫМИ КЛИЕНТАМИ**

**DEVELOPMENT OF A SOFTWARE MODULE FOR AUTOMATION OF INCOMING  
DATA COLLECTION AT SEWING INDUSTRY ENTERPRISES WHEN WORKING  
WITH INDIVIDUAL CLIENTS**

В.В. Григорьева  
V.V. Grigorieva

ИП Григорьева Валерия Владимировна (Великий Новгород)  
Individual entrepreneur Grigorieva Valeria Vladimirovna (Velikiy Novgorod)

**Рассмотрены некоторые аспекты разработки программного модуля для оптимизации процессов функционирования предприятия легкой промышленности. Показаны аспекты интеграции разрабатываемого модуля с системами управления взаимоотношениями с клиентами (crm-системами).**

**Ключевые слова: швейная промышленность, цифровые технологии, удаленное управление предприятиями, оптимизация процессов производства, интегрированное программное обеспечение.**

**The article discusses some aspects of the development of a software module for optimizing the functioning of a light industry enterprise. The aspects of integration of the developed module with customer relationship management systems (crm-systems) are shown too.**

**Keywords: garment industry, digital technologies, remote management of enterprises, optimization of production processes, integrated software.**

Актуальность проведения научно-исследовательских работ обусловлена важностью развития прикладной науки в сфере легкой, а в частности, швейной промышленности в эпоху развития цифровых технологий. Значение идеи проведения такого исследования также является приоритетным, так как отражено в установленной Правительством Российской Федерации Программе фундаментальных научных исследований в Российской Федерации на долгосрочный период (2021-2030 годы). В разрезе изучения данной программы можно четко отследить связь развития отраслевой науки в легкой промышленности через синтез математических (фундаментальный характер) и технически-информационных (прикладной характер) наук. Это говорит о междисциплинарности рассматриваемой отраслевой науки.

Кроме того, стоит обозначить указанную в Программе фундаментальных научных исследований в Российской Федерации неотъемлемую важность присутствия элемента научного творчества в инициативно-исследовательских изысканиях.

Таким образом, представляется значимым отметить присутствие в разработке программного модуля корреляции вышеуказанных научных подходов с обязательным в эпоху быстро развивающихся цифровых технологий элементом научного творчества.

Функциональное назначение проекта состоит в том, что разрабатываемый программный модуль будет способствовать экономии времени дизайнера ателье и клиента, а также наглядности формирования конечной стоимости изделия и конечного вида изготавливаемого изделия. Помимо этого, функционально программный модуль предназначен для сбора информации в точке входа в систему управления процессами автоматизации швейных предприятий.

Актуальность данного проекта подтверждается решением задач российской швейной промышленности: увеличение эффективности процессов швейного производства, разработка цифровых продуктов по автоматизации сбора данных первичной информации от клиента, внедрение новых удаленных форм бытового обслуживания населения.

Потребителями научно-технического продукта будут являться клиенты швейных предприятий сервиса (ателье), а также аналогические швейные предприятия малого типа, индивидуально работающие с конечными потребителями (клиентами).

Результат научно-исследовательских работ будет использоваться на швейных предприятиях сервиса малого типа (ателье).

Научно-техническая новизна проекта заключается в разработке уникального программного обеспечения, имеющего лишь косвенные аналоги на российском рынке. Предполагается усовершенствовать имеющиеся технологии сбора данных по заказу от индивидуального клиента на швейном предприятии малого типа (ателье) путем использования подходов моделирования, оценки и усовершенствования. Кроме того, научной новизны предполагается достичь путем интеграции разрабатываемого программного модуля с существующими на рынке системами автоматизации производственных процессов швейного предприятия. Помимо этого, автоматизация процесса сбора информации от клиента в точке входа с crm-систему позволит сократить влияние временного и человеческого фактора на производство, что, в свою очередь, будет способствовать решению глобальной проблемы fast-fashion (желания быстрого получения конечного изделия для потребителя). Решение данной задачи может быть адаптировано на российском рынке в рамках импортозамещения отшиваемой текстильной продукции.

Целью выполнения проекта является разработка программного модуля для оптимизации процессов функционирования и управления швейным ателье, созданного на основе автоматизированного сбора входящих данных при оказании бытовых услуг населению и интеграции с системами управления взаимоотношениями с клиентами (crm-системами), использующимися на предприятии.

Данная разработка призвана решить проблемы:

- низкая автоматизация и технологическая эффективность процессов производства в ателье, связанных с уникальностью и индивидуальностью отшиваемых изделий, перед промышленными швейными предприятиями;

- отсутствие на рынке цифровых продуктов по автоматизации сбора данных по заказу на пошив (эскиз изделия, усложняющие элементы пошива и пр.) и интеграции этих данных в системы управления предприятием (crm-системы);

- малая степень внедрения новых, удаленных форм обслуживания населения и высокая заболеваемость контактными типами заболеваний (например, коронавирусной инфекцией) при очном посещении мест бытового обслуживания населения.

Имеющиеся аналоги можно условно разделить на 2 группы: это системы управления предприятием, они же системы управления взаимоотношениями с клиентами (crm-системы) и программы моделирования и конструирования одежды. Каждый из этих типов программ решает определенные задачи. В первом случае, это автоматизация производственного цикла и управление швейным производством, с учетом аналитики продаж и складских позиций. Во втором — это создание базовых/индивидуализированных лекал изделия и их моделирование согласно желаниям клиента.

Системы управления предприятием («Швейка8 от 1С», «Bitrix», «Мой склад», «Амо-crm»), имеют научно-практическую обоснованность лишь при применении именно на швейных производствах, где либо отшиваются партии готовой одежды без индивидуального участия клиента в пошиве, либо такой процесс полностью исключен. В последнем случае имеет место внос данных в систему управления вручную. Изначально же данные по клиенту собираются в бумажном виде или даже устно.

Таким образом, всплывает проблема неэффективности организации процессов на предприятии: проводится либо двойная работа (отрисовка эскиза будущего изделия и всех технологических элементов сначала на бумаге, а потом – занесение в систему), либо имеет место быть сильное влияние человеческого фактора (отсутствие фиксации информации при клиенте способствует возможности упущения каких-либо исходных данных). Кроме того,

отсутствует как таковая система интеграции именно отрисованного технического эскиза изделия, в рамках спецификаций которого формируется стоимостной подсчет.

Системы же моделирования и конструирования изделий («Clo 3D», «Tailornova», САПРы «Грация» и «Graffis», «Browzwear») вообще не касаются процессов автоматизации управления швейным производством. Они имеют красивую наглядную базу с возможностью дорабатывать конструкцию изделия, проводить проверку и работу над погрешностями, но имеют ценность лишь для швейного производства на этапе кроя изделия. Наглядности и демонстративности взаимосвязи внешнего вида с стоимостной составляющей для клиента они не имеют. Кроме того, в большинстве аналогов, отсутствует интеграция с системами управления процессами производства.

Стоимостная составляющая аналогов: САПР Грация (с элементами управления предприятия) – 570 тысяч рублей (при покупке), САПР Graffis – 430 тысяч рублей (при покупке), «Clo 3D» - 33 тысячи рублей год (при аренде на год), «Швейка8» от 1С – 36 тысяч рублей (при покупке только данной дополнительной надстройки, без учета покупки самой системы 1С и ее доработки), «Bitrix24» обойдется в год в 100 тысяч рублей (аренда только коробочной версии продвинутого формата, без учета стоимости доработки), «Мой склад» - порядка 30 тысяч в год (при аренде коробочной версии продвинутого уровня, без учета стоимости надстроек). Планируемая же конкурентоспособная стоимость, используемая в рамках коммерциализации проекта, предположительно составит 30000 в год (при аренде на год) и 150.000 рублей при ее одномоментной покупке, что составит окупаемость – 5 лет. Доля емкости исследуемого рынка швейных ателье, существующих на рынке более 5 лет составляет около 5000 предприятий, из которых предположительно 1/5 часть способна вкладывать денежные средства в свое развитие. Таким образом, коммерциализуемость программного модуля достаточно емкая.

Конечные потребители – это клиенты швейных предприятий сервиса (ателье), которые смогут наглядно видеть, как формируется стоимость за материалы и пошив изделия, а также представить конечный вид изготавливаемого изделия; а также аналогичные швейные предприятия малого типа, индивидуально работающие с конечными потребителями (клиентами).

Таким образом, задачами по проекту в рамках разработки являются:

1. Исследование рынка цифровых аналогов программного обеспечения, призванных решить схожую проблематику;
2. Моделирование технического задания в формате видео-макета программного модуля;
3. Разработка экспериментального образца программного модуля по сбору входящих данных на этапе оформления заказа клиентом в ателье, способного осуществлять интеграцию в системы автоматизированного управления предприятием.

Разрабатываемый программный модуль обладает рядом технических, экономических и социальных характеристик.

Во-первых, данный модуль обладает такими техническими характеристиками, как:

- логика алгоритмов обработки информации – да;
- объем файлов программ и дисковой/оперативной памяти – планируется оперативное хранение файлов общим объемом до 256гб;
- наличие вычислительной сети – да;
- версия операционной системы – Windows, Android и iOS;
- интеграция с системами автоматизированного управления предприятием – да;
- возможность редактировать данные после сохранения файла – да;
- наличие адаптации к формату мобильных устройств – да

Во-вторых, социальные характеристики модуля предполагают опосредованное взаимодействие ателье (в виде дизайнера) и конечного потребителя (в виде клиента). Разработка экспериментального образца программного модуля и ее использование имеют большое социальное значение для репутации ателье: скорость отшиваемых заказов,

предположительно, увеличится в 1,9 раз, что позволит сформировать лояльность у конечного потребителя, что особенно актуально в эпоху развития fast fashion («быстрая мода»).

Инновации, используемые в разработке программного модуля: цифровизация Big Data на этапе входа в автоматизированные системы управления предприятием; интеграция фронтальных частей crm- и erp-систем с отдельно разрабатываемым программным модулем, удобно и наглядно собирающим данные в автономном режиме с возможности выгрузки и загрузки, а также концепции искусственного интеллекта и digital first.

Функционал разрабатываемого программного модуля:

– выгрузка от интегрированных систем управления процессами швейного предприятия: такие элементы как «лид заявки», «дата встречи», «тип изделия» выгружаются из crm-системы «Bitrix24» (они возникают еще на этапе работы с лидом, а при переходе на этап «встреча» необходимо собрать путем модуля необходимую вводную информацию о новом заказе); а элементы, связанные с материалами (необходимый метраж, артикул ткани, фурнитура и расходники – выгружаются в формате выпадающего списка из crm-системы «Мой склад» - это позволяет вести строгий учет расходуемых материалов с привязкой к конкретному заказу);

– ручное внесение данных, вновь появившихся на этапе встречи («правовое обоснование» - подписание на встрече с клиентом договора бытового подряда на пошив определенного типа изделия);

– автоматический подсчет стоимости работ (на основе «усложняющих элементов», параметры которых изначально заданы в коде программного модуля (их можно менять при изменении прайса на пошив) и материалов (на основе данных, выгруженных из системы «Мой склад»). Далее подсчитанные стоимостные составляющие по факту подписания клиентом бланк формы «Технический паспорт изделия» (Блок №2 программного модуля) стилусом на планшете – интегрируются и встраиваются в отдельно разработанные автоворонки вышеупомянутых crm-систем для дальнейшей работы над заказом на всех этапах швейного производства.

Разрабатываемое программное обеспечение имеет вид программы для ЭВМ и не требует специальных условий хранения и транспортировки.

Условия, при которых будет эксплуатироваться разрабатываемый программный модуль: личное (на территории швейного предприятия сервиса (ателье)) либо удаленное (посредством средств мобильной/интернет-связи) консультирование и оформление заказа на пошив изделия между дизайнером и клиентом ателье. Предполагаемое время, затрачиваемое на встречу: 15-20 минут против 50-60, используемых при оформлении заказа старым методом – «на бумажном носителе».

Ограничения предлагаемой разработки: программный модуль не является системой автоматизации технологических и бизнес-процессов на предприятии, однако, служит прямым ее целям – снижение количества времени на обсуждение заказа с клиентом, нивелирование человеческого фактора (использовать данный модуль для оформления заказов можно дистанционно), повышение эффективности процессов швейного производства малого типа путем выгрузки данных из crm-систем, далее – сбора данных посредством работы в разрабатываемом модуле, и, наконец, при интеграции и загрузке собранных данных в соответствующие автоворонки на crm-системах предприятия.

Данный модуль из-за простоты эксплуатационных характеристик и прозрачности алгоритма сбора данных может быть использован лицом, не имеющим особой подготовки в сфере компьютерной грамотности. Предполагается, что данный модуль будет использоваться дизайнером (либо другим лицом – «приемщиком заказов», «администратором» – в зависимости от структуры предприятия) при первичной работе с клиентами.

Планируемая частота обновлений программного модуля – по необходимости, но, как минимум – 1 раз в год. Данные обновления будут носить характер изменения лишь исходных базовых величин и стоимостных характеристик, настраиваемых в отдельном разделе модуля (и связанных с изменением прайс-листа на услуги ателье или, например, изменением уровня

инфляции). Предполагается, что в результате проведения научно-исследовательских работ может появиться технически обоснованная возможность вносить вышеуказанные изменения непосредственно лицом, эксплуатирующим модуль, без выхода отдельно разрабатываемых обновлений.

Отличительные от других существующих на рынке сервисов и программного обеспечения признаки, которые обеспечивают научно-технический результат данного проекта, заключаются в унификации и формализации работы дизайнера с клиентом, посредством которых создается файл с исходными данными. Данный файл, полученный в рамках работы с разрабатываемым программным модулем, также обладает признаком интегрируемости в систематизированных данных в систему управления процессами предприятия (сгм-систему).

Разработка программного модуля как вида интеллектуальной собственности обязательно должна быть защищена.

По итогам научно-исследовательских работ планируется подача заявки на регистрацию программы на ЭВМ под примерным названием «Программный модуль сбора первичных данных на швейном предприятии сервиса «Технический паспорт изделия»».

Календарный план разработки проекта делится на два этапа.

Первый этап:

1. Исследование имеющегося на рынке цифрового программного обеспечения, способного собирать входящие данные при оформлении заказов клиентов на пошив и интегрировать эти данные с системами управления швейных предприятий сервиса малого типа (ателье);

2. Анализ текущих проблем и потребностей в рамках существующих бизнес-процессов на предприятии типа ателье при оформлении между дизайнером и клиентом заказа на пошив изделия;

3. Выборка и апробация критериев эффективности работы данного модуля, разработка алгоритма действия.

4. Моделирование технического задания в формате видео-макета программного модуля.

Второй этап:

1. Разработка демоверсии программного модуля в формате программы для электронно-вычислительных машин (ЭВМ) по сбору входящих данных на этапе оформления заказа клиентом в ателье и интегрируемого в различного типа системы управления предприятием (сгм-системы);

2. Экспериментальное апробирование демоверсии программного модуля на этапе оформления конкретного заказа на пошив между дизайнером ателье и клиентом;

3. Испытание демоверсии программного модуля на возможность интеграции хранящихся в нем баз данных в системы управления швейным предприятием различного типа;

4. Модификация и доработка разрабатываемого программного модуля.

Потенциальных потребителей в сфере швейной промышленности можно подразделить на 2 части. Первая часть — это клиенты швейных предприятий сервиса (ателье), чье участие в разрабатываемом модуле сможет значительно способствовать экономии их времени и снижению эпидемиологической нагрузки в существующих жизненных реалиях. Кроме того, они смогут наглядно видеть, как формируется стоимость за материалы и пошив изделия, а также представить конечный вид изготавливаемого изделия. Вторая часть – аналогичные швейные предприятия малого типа, индивидуально работающие с конечными потребителями (клиентами). Такие ателье смогут избежать двойной работы по сбору данных по заказу от клиента, тем самым минимизировав временные издержки и человеческий фактор, а также интегрировать модуль в любые установленные на предприятии системы внутреннего управления процессами.

Сильные стороны разрабатываемой продукции заключаются в систематизации разрозненных процессов в точке входа в систему управления процессами предприятия (сгм-

систему), слабые же – в трудоемкости технических возможностей осуществления интеграции с вышеобозначенными cgm-системами.

Производственный процесс: данный программный модуль используется при первоначальной работе дизайнера с клиентом, при которой путем устного проговаривания деталей и особенностей желаемого изделия заполняются специально отведенные для этого графы. Заполненные графы, в свою очередь, формируют: а) конечный наглядный вид изделия; б) конечную стоимость изделия для клиента. Далее клиент ставит свою подпись, а дизайнер - закрывает встречу путем нажатия специально разработанной кнопки. Нажатие данной кнопки отправляет собранные в рамках процесса данные в интегрированные с модулем системы управления и автоматизации процессами производства.

План будущего производства заключается в разработке экспериментального образца программного модуля, способного к интеграции с cgm-системами и масштабированию.

Прогноз объемов реализации: объем рынка малых предприятий швейной промышленности составляет порядка 30000 (тридцати тысяч) предприятий, доля интересантов предположительно составляет около 40% от объема рынков, что составляет около 12000 (двенадцати) тысяч предприятий, из которых более 5 лет находятся на рынке порядка 7000 предприятий.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Базы данных: модели, разработка и реализация Текст. / Т.С. Карпова. -СПб. : Питер, 2001.- С. 304
2. Батенькина, О.В. Интеграция систем автоматизированного проектирования основа создания единого информационного пространства предприятия Текст. / О.В. Батенькина, М.Д. Суворов. //Омский научный вестник. - 2003. - № 1 - С. 116-119.
3. Баранова, Е. Современные системы автоматизации Текст. / Е. Баранова, М. Кынчев. // Швейное производство. 2005. - № 3 — С. 23-27.
4. Дмитриева, О.К. Интегрированная САПР одежды: предпосылки и решения Текст. / О.К. Дмитриева, Е.Г. Андреева. // Швейная промышленность. — 2004. № 2 - С. 41-42.
5. Левин, М.Г. Информационная поддержка технологических процессов ткацкого производства и их режимов Текст. / М.Г. Левин, Н.В. Лустгартен. // Известия высших учебных заведений. — 2004. № 4 — С. 100-104.
6. Рымар, Е.В. Оптимизация процедуры приема индивидуальных заказов на пошив одежды. Текст. / Е.В. Рымар, З.Е. Нагорная. // Швейная промышленность. 2007. - № 4 — С 50-51.

## МЕТАЛЛОСодержащие ткани с эффектом ИК-ремиссии

### METAL-CONTAINING FABRICS WITH IR-REMISSION EFFECT

Р.А. Гришин, А.Р. Зимнуров, О.В. Козлова  
R.A. Grishin, A.R. Zimnurov, 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 эффекта ИК-ремиссии на параарамидной ткани. При использовании НТП показана возможность придания колористических свойств параарамидной ткани путем напыления диоксида и нитрида титана. Исследованы спектральные характеристики с полученных окрасок и выявлен факт снижения ремиссии в ИК-области, что позволяет получить негорючие текстильные материалы с уникальными маскировочными свойствами.

**Ключевые слова:** низкотемпературная плазма, параарамидные ткани, ИК-ремиссия, маскировка, металлизированные покрытия.

The work is devoted to the development of technology for obtaining the effect of IR remission on para-aramid tissue. When using NTP, the possibility of imparting coloristic properties to a para-aramid fabric by spraying titanium dioxide and nitride was shown. The spectral characteristics of the obtained colors were studied and the fact of a decrease in remission in the IR region was revealed, which makes it possible to obtain non-combustible textile materials with unique camouflage properties.

**Keywords:** low-temperature plasma, para-aramid fabrics, IR- remission, camouflage properties, metalized coatings.

Особое требование по маскировке в инфракрасном свете позволяет отнести камуфлированные ткани специального назначения к техническому текстилю. Проблема маскировки текстильных изделий в ближней инфракрасной области спектра, которая лежит в пределах от 700 до 1100 нм, продолжает оставаться актуальной. В этой области работают современные приборы ночного видения (кроме их третьего поколения, работающего в пределах до 2000 нм и более). Все объекты в этой области имеют определенный коэффициент отражения, или процент ремиссии. Так как даже среди специалистов, которые занимаются разработкой и производством камуфляжа, нет четкого понимания взаимосвязи между спектральными характеристиками объекта в виде кривых на графике (или показателей отражения в %) и визуальным восприятием текстильного материала в приборе ночного видения. Полному отражению объекта соответствует значение, равное 100%, а полному поглощению, значение 0%. Инфракрасные характеристики всех природных и рукотворных объектов находятся в этих пределах [1]. При ремиссии приблизительно 100%, тело в приборе ночного видения светится белым, при 0% - полностью черное. Силуэт человека, который одет в камуфляжный костюм с эффектом ИК-ремиссии, полностью сливается с окружающей средой и теряет очертания.

Ремиссия текстильного материала, зависит в большой степени от красителей, которыми окрашена или напечатана ткань. На уровень ремиссии также влияют ИК-показатели тела и волокнистый состав ткани. Камуфляж, способный маскировать солдата в видимой и инфракрасной области, должен быть сбалансирован, т.е. инфракрасный камуфляж не должен отвлекать от камуфляжа видимого цвета.

Классический способ придания текстильному материалу эффекта ИК-ремиссии рассмотрен Разуваевым А.В. [1]. Технология заключается в добавлении в каждый оттенок камуфляжного рисунка чёрного пигмента, за счет которого уровень отражения в ИК-области спектра снижается. Этот способ хорош и имеет место в случае создания ответственных

материалов, у которых должны быть четко соблюдены и колористические требования, и уровень ремиссии в соответствии с требованиями силовых структур. Каждый цвет в создаваемом рисунке формируется индивидуально и требует подбора концентраций чёрного пигмента; а сам процесс становится трудоемким. До недавнего времени технология, пигментные композиции и красящие вещества являлись зарубежными [2], и только в последнее время появились сведения о разработке учеными ИГХТУ импортозамещающих технологий получения камуфлированных рисунков при использовании отечественных связующих и пигментов, в т.ч. с эффектами ИК-ремиссии [3].

Кроме того, авторами [4,5] рассмотрен оригинальный подход к снижению уровня ремиссии в ИК-области спектра, который явился менее затратный (не нужно подрабатывать концентрации к каждому цвету текстильного рисунка), более дешевый (не используются зарубежные препараты), и универсальный (возможность совмещения модифицирующей обработки с приданием дополнительных функциональных свойств: масло-, грязе- и водоотталкивающих, огнестойких и др.). Предложено вводить черный пигмент в полимерную композицию, которой путем поверхностного ракельного нанесения модифицируют колорированную ткань. Большим преимуществом технологии является возможность использовать рисунки любого масштабного формата, полученные цифровой печатью. Назначение такой ткани может быть расширено до различных сфер использования – охота, рыбалка, спортивные игры по пейнтболу, страйкболу, лазертагу и пр.

Объектами исследований являлись трудноокрашиваемые параарамидные ткани, которые находят широкое применение в современной технике, транспорте, спорте, а также для создания высоконагруженных текстильных конструкций, высокопрочных композитов и изделий на их основе и являются особенно перспективными за счет хорошей прочности, сверхвысокой термической устойчивости [6].

Технология получения ИК-ремиссии на текстильных материалах заключалась в следующем. Напечатанный под «камуфляж» текстильный материал подвергается дополнительно поверхностной модификации композицией, содержащей водную дисперсию акрилового полимера, акриловый загуститель и черный пигмент (вязкость композиции регулировалась концентрацией загустителя в зависимости от используемого способа модификации). Композиция может быть нанесена на ткань, как сетчатым шаблоном, так и ракельным способом. После сушки и фиксации при температуре 140-170°C в течение 2-3 минут рисунок приобретает свойство ИК-ремиссии. Авторами исследованы спектральные характеристики с полученных окрасок основными цветами системы CIE Lab и показаны возможности снижения ремиссии в ИК-области спектра [4,5].

Следующий этап исследований и целью настоящей работы явилась оценка возможности получения эффекта ИК-ремиссии на параарамиде путем использования плазменного напыления различных металлов. Для достижения поставленных целей использовались два соединения металлов – диоксид и нитрид титана, частицы серебра.

Спектры отражения модифицированных плазмой материалов, представленные на рис.1, свидетельствуют о том, что напыление соединений металлов на параарамидную ткань по-разному влияет на отражающие свойства материалов, особенно в ИК области спектра.

Анализ спектральных кривых показал, что покрытие из диоксида титана снижает ремиссию с 60% до 23%, а из нитрида титана – с 60% до 28%.



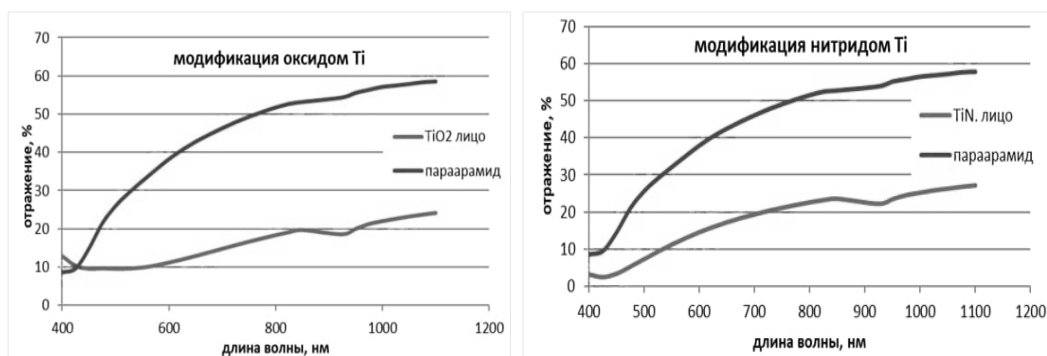


Рис. 1. Спектр отражения параарамидной ткани с покрытием, содержащим оксид титана (слева) и нитрид титана (справа)

Положительные результаты, полученные в работе, найдут место при получении цветных изображений на модифицированных параарамидных и смесовых тканях, в том числе с рисунками под «камуфляж», обладающих маскировочными свойствами при наблюдении в приборах ночного видения.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Петрова О.В., Шибан Г.В., Трехденева М.И. Текстильные изделия специального назначения особенности производства. //Текстиль бытовой, технический, специальный, 2003, No. 2(4), с. 25-27.
2. Razouvaev A. Russia. CIS. Baltics. Textile Industry. Sulphur Dyes. Sulphur Dyes Bulletin Marketing No.5, Clariant Productos SA., 1998, 109-113.
3. 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.
4. 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.
5. 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
6. Манюков Е.А., Садова С.Ф, Баева Н.Н., Платонов В.А. Исследование процесса крашения термостойкого параарамидного волокна Текст. // Хим. волокна. 2005. №1.С. 50-53.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ПРОЦЕССЕ РАЗРАБОТКИ АВТОРСКОЙ КОЛЛЕКЦИИ ОДЕЖДЫ

### USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN THE PROCESS OF DEVELOPING AN AUTHOR'S CLOTHING COLLECTION

И.А. Груздева, Н.А. Сахарова  
I.A. Gruzdeva, N.A. Sakharova

Ивановский государственный политехнический университет  
Ivanovo State Politechnical University  
E-mail: natal\_77@bk.ru, irina.gruzdeva2001@gmail.com

Приведены направления трансформации сферы индустрии моды с использованием инновационных технологий и вариантов их применения в учебной деятельности по подготовке специалистов на базе высших учебных заведений. В работе представлены примеры практического использования ключевых направлений digital fashion на кафедре конструирования швейных изделий ИВГПУ.

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

The directions of transformation of the sphere of the fashion industry with the use of innovative technologies and options for their application in educational activities for the training of specialists on the basis of higher educational institutions are given. The paper presents examples of the practical use of key areas of digital fashion at the Department of Designing Sewing Products of the IVGPU.

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

Современные инновационные технологии привели к значительной трансформации многие сферы деятельности человека, в том числе индустрию моды. Переход на САПР 3D позволяет изменить привычную стадийность производства одежды посредством включения виртуальной примерки на цифровой фигуре человека – аватаре. Такой подход способствует сокращению физических образцов, обеспечивает оперативную коммуникацию между специалистами продуктовой команды, а значит позволяет ускорить процесс запуска модели в промышленное производство [1-2]. Digital fashion выводит сферу на принципиально иной уровень. Благодаря технологиям реверсивного инжиниринга стали более доступными кастомный дизайн, осознанное ресурсопотребление, онлайн ритейл, в том числе через приложения виртуальной и дополненной реальности, виртуальные шоурумы, цифровые показы коллекций [3].

Еще одно направление – использование в индустрии моды искусственного интеллекта (ИИ). ИИ применяют для систематизации и анализа большого объема данных, например, для прогнозирования модных трендов. На этом специализируется, в частности, Neuritech [4]. Нейросети и ИИ активны для аналитики ритейла, что позволяет предугадывать потребительский спрос, а значит производить то, что нужно людям. Ярким примером использования ИИ в рамках розничной торговли является компания Stitch Fix [5]. Stitch Fix объединил опыт стилистов с ИИ для анализа данных о тенденциях стиля, размерах тела конкретного потребителя, отзывах клиентов. Посредством обработки данных стилисты собирают одежду, аксессуары и отправляют потребителю. Клиент оставляет себе те вещи, которые ему больше подходят. Таким образом, компания продемонстрировала, как сотрудничество между ИИ и людьми, может стать хорошим и прибыльным бизнесом.

В последнее время ИИ позиционируют как арт-генератор. С использованием ряда платформ, например, DALL-E 2, ERNIE-ViLG, AI ART Generation и др., можно создать

цифровое произведение искусства. Для этого необходимо в словесной форме описать запрос, выбрать стилистику будущего изображения и получить готовый результат (рис. 1).



Рис. 1. Сгенерированные ИИ изображения Ивановского Политеха

Теперь фактически каждый может стать автором уникального цифрового произведения. Но подобные платформы могут быть весьма привлекательными и в рамках учебного процесса. Студенты, работая над созданием художественных образов авторских коллекций, имеют возможность их описать и получить предварительные фор-эскизы, сгенерированные ИИ. т.е. ИИ позволяет переложить словесный запрос в визуальный контент, который можно доработать, использовать в качестве источника творчества для последующего развития концепции коллекции.

На рис. 2 приведен пример мудборда и образы, полученные с помощью ERNIE-ViLG, для авторской коллекции студентки 5 курса кафедры конструирования швейных изделий Груздевой И.А. под девизом «Тайны леса».



Рис. 2. Мудборд и сгенерированные образы авторской коллекции «Тайны леса» (автор И.А. Груздева)

Автор положил в основу коллекции образы славянской мифологии. Описывается путешествие молодой девушки в поисках тайн родного леса. В начале леса девушку встречает русалка. Она пугает ее, прогоняет к скалам, где поджидает Аспид – небесный змей и бросает девушку со скалы. Та остается жива, её встречает Гамаюн – женщина-птица, которая является хранительницей тайн леса. «Пройдя такой опасный путь и оставшись в живых, ты имеешь право познать лесные тайны, однако тебе потребуется пройти испытание» - говорит Гамаюн девушке. Гамаюн ведет её к Бабе Яге, и та рассказывает об испытании. Далее героиня попадает к Лешему. Он дурманит девушку, показывает, на что способен лес, какие страшные тайны хранит. Но девушка не испугалась. Она познала тайны леса и теперь оберегает их внутри себя со всей любовью. На рис.3 приведен один из художественно-конструктивных образов коллекции. Использованы традиционные для русского костюма геометрические формы, плоский крой с возможной трансформацией модели юбки в брюки за счет лент по среднему срезу. Композиционно образ усилен цветовым решением в оттенках зеленого, синего, хаки и дополнен ручным плетением.

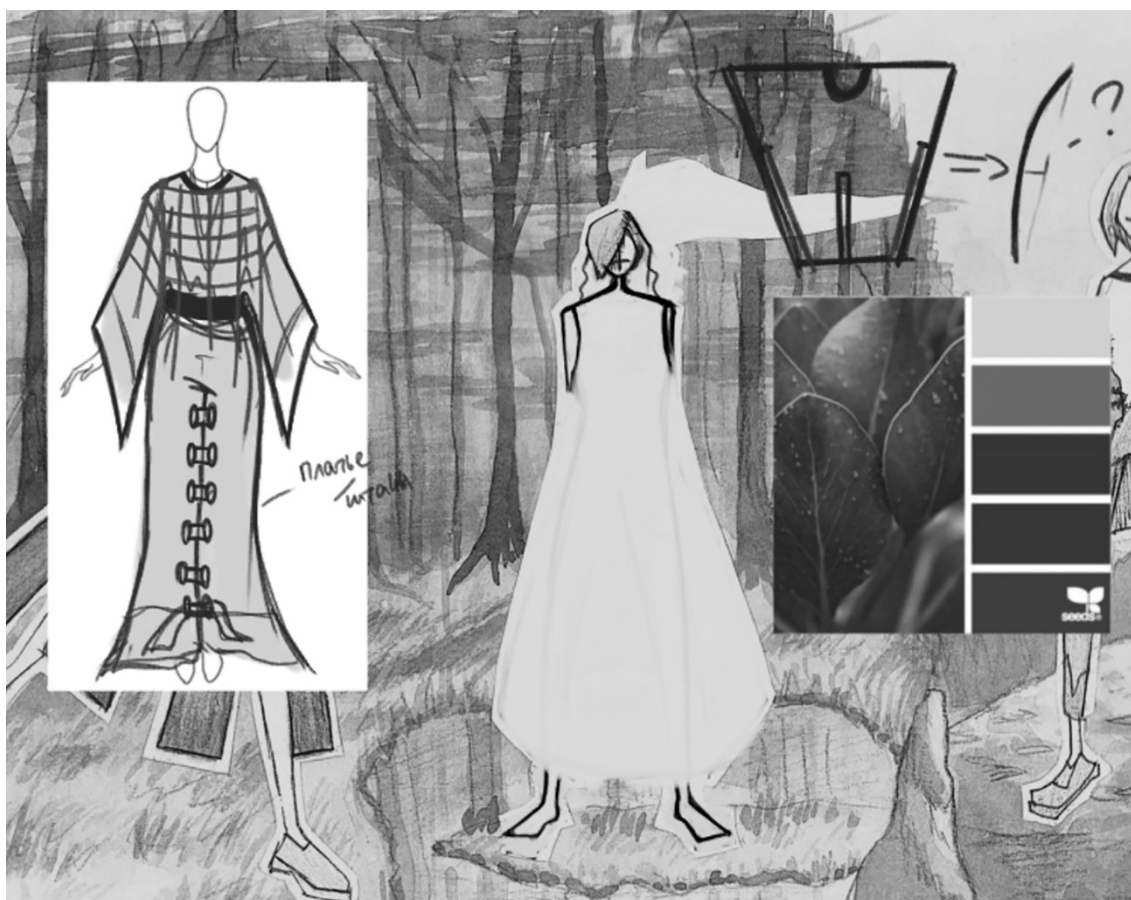


Рис. 3. Один из художественно-конструктивных образов коллекции под девизом «Тайны леса»

Приведенный пример показывает, что современные технологии дают возможность коллаборировать с привычными подходами к проектированию одежды, поиску новых решений. Следует отметить, что участие человека является первостепенным, а инновационные технологии и ИИ – это лишь инструменты, позволяющие вывести процесс на иной уровень. Разрабатываемая коллекция будет представлена на фестивале молодых дизайнеров МОДА 4.0 на базе ИВГПУ.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Сахарова, Н.А. Дигитализация индустрии моды. Новые возможности и перспективы развития/ Н.А.Сахарова, Н.А.Курышева, Л.В.Ларькина //Молодежь и системная

- модернизация страны: сборник научных статей междунар. научной конференции студентов и молодых ученых. – Курск: ЮЗГУ, 2022. – С.318-322
2. Чулкова, П.А. Практические кейсы интеграции трендов цифровой моды в образовательный процесс/ П.А.Чулкова, Н.А.Сахарова, В.Рыбкин, А.Соло, Эшколь Гили Бахат //Молодые ученые – развитию национальной технологической инициативы (ПОИСК-2022): материалы докладов национальной молодежной научно-технич.конференции с междунар.участием. – Иваново: ИВГПУ, 2022. – С.590-592
3. Абилова, С.О. Интеграция трендов цифровой моды в образовательный процесс подготовки специалистов в области конструирования и дизайна одежды / С.О.Абилова, Н.А.Сахарова, G.Pazzanese //Молодые ученые – развитию Национальной технологической инициативы (ПОИСК – 2021): сб. материалов Национальной (с международным участием) молодёжной научно-технической конференции. – Иваново: ИВГПУ, 2021. – С.498-500
4. Heuritech. Электронный ресурс. URL: <https://www.heuritech.com>
5. Stitch Fix. Электронный ресурс. URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Stitch\\_Fix](https://en.wikipedia.org/wiki/Stitch_Fix)

## МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ СВОЙСТВ ТРИКОТАЖНЫХ БЕЛЬЕВЫХ ИЗДЕЛИЙ

### METHODOLOGY FOR ASSESSING THE CONSUMER PROPERTIES OF KNITTED UNDERWEAR PRODUCTS

Й.А. Гулдурдыев, Е.Н. Власова  
J.A. Guldurdiev, E.N. Vlasova

Ивановский государственный политехнический университет  
Ivanovo State Polytechnic University  
E-mail: 98yeganeh@gmail.com, vlasovaen-ivanovo@mail.ru

В данной работе изучены потребительские свойства бельевых трикотажных изделий, выбрана номенклатура потребительских свойств и показателей качества для их оценивания. Выявлено, что наиболее важными показателями являются совершенство производственного исполнения, устойчивость окраски к сухому и мокрому трению, целостность композиции, соответствие изделия современному направлению моды, воздухопроницаемость изделия. Проведена оценка образцов бельевого трикотажа.

**Ключевые слова:** воздухопроницаемость, бельевой трикотаж, градации качества, потребительские свойства.

In this paper, the consumer properties of underwear knitwear are studied, the nomenclature of consumer properties and quality indicators for their evaluation is selected. It was revealed that the most important indicators are the perfection of production performance, color fastness to dry and wet friction, the integrity of the composition, the conformity of the product to the modern fashion trend, the breathability of the product. The samples of underwear knitwear were evaluated.

**Key words:** air permeability, linen knitwear, quality gradations, consumer properties.

Потребительские свойства товаров проявляются в процессе их использования человеком для удовлетворения индивидуальных потребностей. Они определяют качество товара. Объектом изучения выбраны бельевые трикотажные изделия. В ходе исследования была проанализирована номенклатура потребительских свойств швейных изделий по ГОСТ 4.45-86 [1]. В результате выявлено, что в нее не включены две группы потребительских свойств: экологичность и безопасность изделий. Поэтому была разработана дополненная номенклатура потребительских свойств и показателей для бельевых трикотажных изделий путем включения значимых показателей для обеспечения обязательных требований [2].

После предварительного отбора свойств бельевых трикотажных изделий выбраны следующие показатели качества:

- x<sub>1</sub> — совершенство производственного исполнения;
- x<sub>2</sub> — толщина полотна;
- x<sub>3</sub> — устойчивость окраски к сухому и мокрому трению;
- x<sub>4</sub> — целостность композиции;
- x<sub>5</sub> — возможность восстановления целостности швов и замены фурнитуры;
- x<sub>6</sub> — удобство стирки и глажения;
- x<sub>7</sub> — соответствие изделия современному направлению моды;
- x<sub>8</sub> — воздухопроницаемость изделия;
- x<sub>9</sub> — присутствие экологической маркировки на изделии;
- x<sub>10</sub> — четкость и выразительность исполнения товарных знаков и ярлыков.

Далее необходимо оценить их весомость. Для ранжирования был выбран индивидуальный метод опроса, при котором каждый из экспертов самостоятельно, без

обсуждения с другими экспертами, определяет ранг каждого показателя качества. Самому важному критерию определялся ранг 10, наименее важному – 1.

Согласованность мнений экспертов оценена по величине коэффициента конкордации. Согласованность мнений экспертов составила  $W=0,94$ , что удовлетворяет условию  $W \geq 0,62$ , необходимому для определения в дальнейшем коэффициентов весомости.

Коэффициенты весомости ( $a_i$ ) указанных показателей приведены на рис.1.

Анализ данных показывает, что наиболее значимыми показателями оказались  $x_1, x_3, x_4, x_7$  и  $x_8$ , что соответствует следующим свойствам: совершенство производственного исполнения, устойчивость окраски к сухому и мокрому трению, целостность композиции, соответствие изделия современному направлению моды, воздухопроницаемость изделия. Остальные показатели имеют коэффициенты весомости  $a_i$  менее  $1/10=0,10$ . Сумма коэффициентов весомости равна 1.

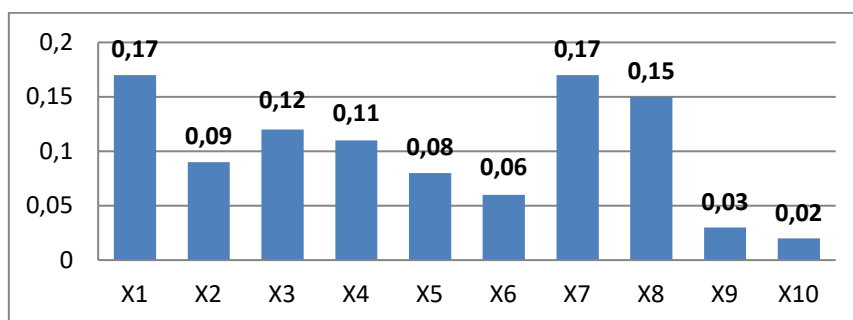


Рис. 1. Коэффициенты весомости показателей качества бельевых трикотажных изделий

Для дальнейших исследований произведем пересчет коэффициентов весомости для пяти значимых показателей:  $a_1=0,17$ ;  $a_3=0,12$ ;  $a_4=0,11$ ;  $a_7=0,17$ ,  $a_8=0,15$ , приняв следующие обозначения  $a_1=m_1$  и т.д.:  $m_1 = 0,24$ ;  $m_3 = 0,16$ ;  $m_4 = 0,15$ ;  $m_7 = 0,24$ ;  $m_8 = 0,21$ .

В рамках исследования были отобраны 5 образцов женских трикотажных ночных сорочек и пижам, реализуемых магазином «Батист» г. Иваново (табл. 1).

Таблица 1

Характеристика образцов

№, наименование изделия	Размер изделия	Волокнистый состав	Цена, руб./шт.
1. Пижамы «Ласточка»	164-170-88-96	95% ПЭ, 5% эластан	250
2. Пижамы «Ирма»	164-170-104-112	92% вискоза, 8% эластан	250
3. Пижамы «Веста»	164-170-88-96	92% вискоза, 8% эластан	350
4. Пижамы «Бьюти»	164-170-104-112	92% вискоза, 8% эластан	550
5. Сорочка «Диана»	164-170-88-96	92% вискоза, 8% эластан	550

Перед расчетом комплексного показателя качества единичные показатели переводят в относительные показатели  $q_i$ . Определение воздухопроницаемости трикотажа проводилось по ГОСТ 12088-77 [3] на приборе ATL-2. Сущность метода заключается в измерении объема воздуха, проходящего через заданную площадь материала за единицу времени при определенном разрежении под точечной пробой. Испытания проводят на каждом образце в пяти местах в шахматном порядке.

Показатели ротаметрической трубки и расчет значения воздухопроницаемости представлены в табл. 2 в графе «фактическое значение ( $x_8$ )» (табл. 2).

Таблица 2

## Результаты оценки воздухопроницаемости полотна бельевых трикотажных изделий

Номер образца	Воздухопроницаемость, $\text{дм}^3/\text{м}^2\text{с}$		
	фактическое значение ( $x_8$ )	базовое значение ( $x_6$ )	$q_8$
1	632	675	0,94
2	594	675	0,88
3	635	675	0,94
4	675	675	1,00
5	593	675	0,88

Для оценки показателей совершенство производственного исполнения ( $x_1$ ), устойчивость окраски к сухому и мокрому трению ( $x_3$ ), целостность композиции ( $x_4$ ) и соответствие изделия современному направлению моды ( $x_7$ ) была разработана 5-балльная шкала, где 5 – максимальное значение. Результаты балльной оценки этих показателей представлены в табл. 3.

Таблица 3

## Результаты оценки

Совершенство производственного исполнения, балл								
№ изделия	Эксперты, г					общее количество баллов	максимально возможное количество баллов	$q_1$
	1	2	3	4	5			
1	5	5	5	5	5	25	25	1,00
2	5	5	5	5	5	25	25	1,00
3	5	5	5	5	5	25	25	1,00
4	5	5	5	5	5	25	25	1,00
5	5	5	5	5	5	25	25	1,00
Устойчивость окраски к сухому и мокрому трению, балл								
№ изделия	Эксперты, г					общее количество баллов	максимально возможное количество баллов	$q_3$
	1	2	3	4	5			
1	5	5	5	5	5	25	25	1,00
2	5	5	5	5	5	25	25	1,00
3	5	5	5	5	5	25	25	1,00
4	5	5	5	5	5	25	25	1,00
5	5	5	5	5	5	25	25	1,00
Целостность композиции, балл								
№ изделия	Эксперты, г					общее количество баллов	максимально возможное количество баллов	$q_4$
	1	2	3	4	5			
1	5	5	5	5	5	25	25	1,00
2	5	5	5	5	5	25	25	1,00
3	5	5	5	5	5	25	25	1,00
4	5	5	5	5	5	25	25	1,00
5	5	5	5	5	5	25	25	1,00



Соответствие изделия современному направлению моды, балл								
№ изделия	Эксперты, г					общее количество баллов	максимально возможное количество баллов	q7
	1	2	3	4	5			
1	2	3	3	2	2	12	25	0,48
2	2	3	3	2	2	12	25	0,48
3	2	3	3	2	3	13	25	0,52
4	1	2	3	1	1	8	25	0,32
5	3	4	4	2	3	16	25	0,64

Комплексный показатель качества ( $K_{пс}$ ), характеризующий уровень потребительских свойств, определяется по методике [4]. Для оценки уровня потребительских свойств применялась следующая шкала: от 0,85 до 1,00 – очень высокий уровень потребительских свойств; от 0,61 до 0,84 – высокий уровень; от 0,41 до 0,60 – средний уровень; до 0,40 – низкий уровень.

Таблица 4

Расчет уровня потребительских свойств бельевых трикотажных изделий

№ образца	Относительные показатели					Коэффициенты весомости	$K_{пс}$	Уровень ПС
	q1	q3	q4	q7	q8			
1	1,00	1,00	1,00	0,48	0,94	$m_1=0,24$	0,86	Очень высокий
2	1,00	1,00	1,00	0,48	0,88	$m_3=0,16$	0,85	Очень высокий
3	1,00	1,00	1,00	0,52	0,94	$m_4=0,15$	0,87	Очень высокий
4	1,00	1,00	1,00	0,32	1,00	$m_7=0,24$	0,84	Высокий
5	1,00	1,00	1,00	0,64	0,88	$m_8=0,21$	0,89	Очень высокий

Можно сделать вывод о том, что 4 образца имеют очень высокий уровень потребительских свойств, 1 образец имеет высокий уровень. При этом лидером является образец №5 (сорочка «Диана») – уровень потребительских свойств составил 0,89, аутсайдером является образец №4 (пижама «Бьюти») – уровень потребительских свойств 0,84.

Таким образом, в работе изучены потребительские свойства бельевых трикотажных изделий, а также выбрана номенклатура потребительских свойств и показателей качества для их оценивания. Выявлено, что наиболее важными показателями являются: совершенство производственного исполнения, устойчивость окраски к сухому и мокрому трению, целостность композиции, соответствие изделия современному направлению моды, воздухопроницаемость изделия. По выбранным показателям качества проведена оценка 5 образцов бельевого трикотажа, реализуемых магазином «Батист».

#### ЛИТЕРАТУРА

- ГОСТ 4.45-86 Система показателей качества продукции. Изделия швейные бытового назначения. Номенклатура показателей.
- 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.
- ГОСТ 12088-77 Материалы текстильные и изделия из них. Метод определения воздухопроницаемости.
- Власова Е.Н. Комплексная оценка потребительских свойств мебельных тканей / Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012. - №5. – С. 15-19.

## **О РОЛИ ФАКТУРЫ ПОВЕРХНОСТИ МАТЕРИАЛОВ В ПОВЫШЕНИИ ФУНКЦИОНАЛЬНОСТИ РЕАБИЛИТАЦИОННЫХ ШВЕЙНЫХ ИЗДЕЛИЙ**

### **ON THE ROLE OF THE SURFACE MATERIALS IN INCREASING THE FUNCTIONALITY OF REHABILITATION GARMENTS**

И.Д. Гусев, Е.Г. Андреева, Е.П. Арсеньева, М.А. Гусева  
I.D. Gusev, E.G. Andreeva, E.P. Arsenyeva, M.A. Guseva

Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина  
(Технологии. Дизайн. Искусство) (Москва)  
The Kosygin State University of Russia (Moscow)  
E-mail: bravo\_ivan@mail.ru

**Интеграция в современное общество людей с инвалидностью сопровождается правом на равенство в удовлетворении потребностей. Наличие комфортных швейных изделий в адапционном гардеробе способствует социальной адаптации и самореализации людей с ОВЗ. В статье рассмотрены вопросы конфекционирования отдельных ассортиментных групп реабилитационной швейной продукции, обоснован выбор материалов с рельефной поверхностью для обеспечения надежного позиционирования встроенных элементов, повышающих функциональность вещей.**

**Ключевые слова:** реабилитационные швейные изделия, рельеф поверхности материалов.

**The integration of people with disabilities into modern society is accompanied by the right to equality in meeting needs. The presence of comfortable garments in the adaptive wardrobe contributes to the social adaptation and self-realization of people with disabilities. The article discusses the issues of confectioning of individual assortment groups of rehabilitation garments, justifies the choice of materials with a relief surface to ensure reliable positioning of built-in elements that increase the functionality of things.**

**Key words:** rehabilitation garments, surface relief of materials.

Рост патологических заболеваний – одна из причин инвалидизации. Почти 15% населения планеты имеют какую-либо форму инвалидности или ограничения здоровья [1]. Ограниченные возможности здоровья (ОВЗ) в современном обществе уже не являются препятствием активной жизненной позиции. Люди с инвалидностью работают и занимаются спортом, реализуют социальные потребности, общением «изменяют среду существования» и формируют условия для жизни, «которые отсутствуют или которых недостает в ней» [2]. Производители адаптивной одежды и иных швейных изделий профилактической направленности учитывают особые потребности этой целевой группы потребителей [3]. Агентство Market Updates оценивало оборот мирового рынка реабилитационной продукции в 2020 году в \$250 млн., с прогнозом ежегодного прироста в 2,3% [4]. Адаптивную швейную продукцию с инновационными конструктивно-технологическими решениями, расширяющими функциональность вещей [5], производят как специализированные предприятия, так и известные бренды. Широко известны изделия, предназначенные для людей в инвалидных колясках, от американских компаний «SLIVERTS» и «IZ Adaptive» [6], и российской «NELKAdaptive» [7].

Конструктивно одежда и обувь для инвалидов дополнены формозадающими деталями, обеспечивающими эргономическое соответствие, и встроенными элементами для комфорта надевания/снятия вещей. Например, для сидящего в коляске человека важны дополнительный объем одежды по спинному контуру и спереди возле коленей, предпочтительно наличие петель-захватов в замках одежды и обуви. Для людей, корректирующих свой облик с помощью протезов, необходима уверенность в надежности их закрепления в изделиях адаптивного гардероба. Не менее важным в проектировании

реабилитационной швейной продукции является конфекционирование. Обоснованный подбор материалов в конфекцион-пакет изделия способствует комфортному самочувствию человека с ОВЗ и увеличивает носкость вещи, что является важным критерием.

Согласно утвержденной в 2014 г. «Стратегии развития производства промышленной продукции реабилитационной направленности до 2025 года» государственная политика в отношении инвалидов и лиц с ОВЗ предусматривает ориентированность отечественных производителей на импортозамещение известного ассортимента реабилитационных изделий и стимулирование научных инноваций, с выходом к 2025 году на мировой рынок [8].

Анализ рынка реабилитационной продукции для ног показал востребованность швейных изделий – чехлов, заменяющих обувь передвигающимся в креслах-колясках инвалидам и гражданам в период малой мобильности восстановительного лечения после травм ног. Известны модели чехлов в инвалидные коляски в виде крупногабаритных мешков цилиндрической или конической форм, покрывающих тело человека, верхним краем, достигающих до шеи [9]. Основная функция чехлов в инвалидные коляски – поддержание теплового баланса неподвижного человека. Второй вариант чехлов – это мешки, надеваемые на внешние фиксаторы (например, на аппарат чрескостной фиксации), стабилизирующие положение поврежденной костной системы. Назначение таких мешков – защита травмированных ног от воздействия окружающей среды. Вышеназванные чехлы изготавливают из материалов с водоотталкивающими свойствами и низкой воздухопроницаемостью. Зимний вариант чехлов – это изделия с утепляющими прокладками (синтепон, холлофайбер и т.п.). Мониторингом целевой аудитории установлено, что эксплуатация типовых моделей чехлов для ног потребителями в инвалидных колясках сопровождается рядом неудобств, связанных с крупными размерами этих швейных изделий. Чехлы на аппарат чрескостной фиксации также неприменимы для позиционирования ног человека в инвалидном кресле, поскольку цилиндрическая форма и излишний объем мешков сопровождаются провисанием боковых участков изделия, что провоцирует смещение стоп с подставки маломобильного средства передвижения.

Поиск оптимального конструктивно-технологического решения реабилитационного чехла для позиционирования ног человека в инвалидном кресле завершился разработкой изделия антропоморфной формы (рис. 1), причем, значимым эффектом, повышающим функциональность изделия, стало конфекционирование. В конфекцион-пакет включены материалы с рельефной поверхностью, предназначенные для деталей низа (подошвы). Выступы граней нитяных переплетений (рубчик, диагональ, вафельное) материала текстильной подошвы способствуют сцеплению соприкасающихся предметов – реабилитационного изделия и протектора ножной подставки коляски, чем достигается устойчивость ног инвалида.

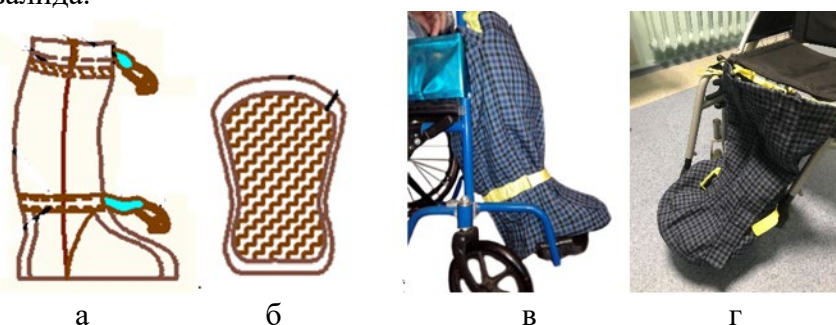






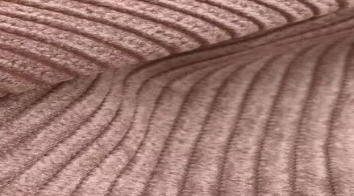
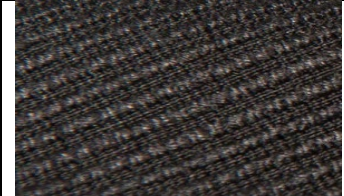
Рис.1. Основные характеристики реабилитационного чехла для ног в инвалидную коляску: а – антропоморфная форма; б – рельефная фактура детали низа (подошвы); в, г – общий вид изделия [10]

Установлено, что выступающие ребра прямоугольных ячеек материалов с вафельным переплетением применимы для моделей реабилитационных чехлов, эксплуатируемых в колясках, оснащенных подножками первого типа (табл. 1). Экспериментальный образец подошвы чехла, изготовленный из материала рубчикевого переплетения, наиболее устойчиво

позиционировался на подставке второго типа, т.к. ритм выпуклостей продольных рубчиков ткани частично совпадал с рельефом подножки. Материал диагоналевого переплетения показал хорошее сцепление рельефно выступающих диагоналей ткани с похожим рисунком протектора третьего типа подставок для ног.

Таблица 1

Матрица соотношений

	1	2	3
Типы рельефа протектора подножки			
Визуализация поверхности материала	вафельное	рубчик	диагональ
			

Поскольку чехлы для ног в инвалидную коляску предназначены для эксплуатации маломобильными потребителями, то, в сравнении с обувью, низ изделий не испытывает больших нагрузок. Однако, подошва чехлов, все-таки подвержена истиранию. Поэтому, для изготовления деталей низа реабилитационных мешков можно рекомендовать мебельные материалы с рельефной поверхностью (рис. 2), в том числе, флок.

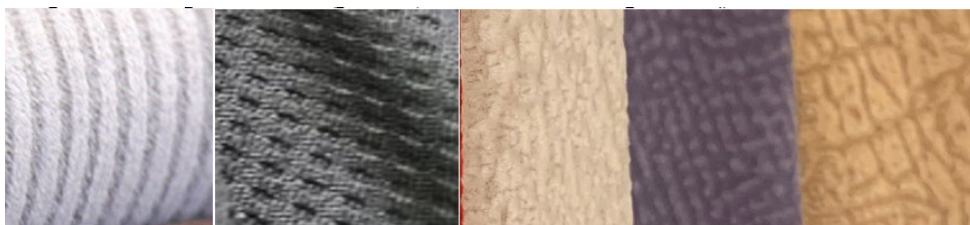


Рис. 2. Примеры внешней поверхности мебельного текстиля [11]

Виртуальное конфекционирование швейных изделий с визуализацией в САПР фактуры поверхности пакета материалов – новый, активно развивающийся в отрасли тренд. Вовлечение клиентов предприятий в процесс разработки дизайна швейной продукции, в том числе реабилитационной направленности, способствует развитию кастомизированных услуг, персонализации продукта проектирования и минимизации товарных остатков.

Свойство шероховатости материалов, вызывающее трение выступающих участков [12, с. 86], применено нами при конфекционировании корректирующего бюстгальтера нового конструктивно-технологического решения. Лечебно-бандажные ортопедические бюстгальтеры – многослойные изделия, в конфекцион-пакет которых включен имитатор формы утраченной груди (текстильный вкладыш или силиконовый экзопротез) [13]. Для внешнего слоя моделей бюстгальтеров часто используют ткани с рельефной поверхностью или декор кружевом. Материалы для чашки бюстгальтера – это, как правило, хлопчатобумажные или вискозные трикотажные полотна с гладкой шелковистой поверхностью [14], в послеоперационный период белье не должно раздражать и травмировать кожу женщины при соприкосновении с телом.

В ранний восстановительный период в качестве имитатора груди применяют облегченный текстильный вкладыш, который размещают в кармашке чашки бюстгальтера [13]. Оболочку вкладыша, как правило, изготавливают из трикотажа, а наполнителем служит

синтепон. Малый вес вкладыша и мягкая форма минимизируют травмирующее воздействие белья на прооперированный участок тела, однако, эти свойства имитатора часто становятся недостатками. Врачи рекомендуют замену вкладышей экзопротезами лишь после рубцевания операционных швов, длительность периода заживления – от одного до трех месяцев. Активные женщины с устойчивой психикой возвращаются в социум, не дожидаясь полного выздоровления. При этом многие сталкиваются с проблемой подвижности бюстгалтера, из-за малого веса текстильного вкладыша, и пытаются его позиционировать при помощи самостоятельно изготовленных утяжелителей, размещая их рядом с телом в чашке бельевого изделия. В качестве материала оболочки кустарного утяжелителя женщины используют подручный материал, а наполнителем служат крупы. Такое «конфекционирование» приводит к усталости конфекцион-пакета бюстгалтера, изделие теряет форму, появляются разрушения – разрывы швов и дыры в материале.

Внутреннее содержимое силиконовых экзопротезов заключено в эластичную оболочку, имитирующую кожу [15]. После надевания бюстгалтера, силикон быстро нагревается до температуры поверхности тела, что повышает его подвижность, поэтому, помимо естественного колыхания, экзопротез приобретает дополнительную потенциальную энергию, увеличивающую его смещение внутри кармашка чашки бюстгалтера при несовпадении конфигураций сопряженных участков вкладыша и швейного изделия.

На решение обеих перечисленных проблем направлена инновационная разработка – съемный чехол в ортопедический бюстгалтер [16]. Чехол обладает универсальными характеристиками и предназначен для эксплуатации на любой стадии выздоровления после мастэктомии. Между слоями оболочки чехла размещают имитатор грудной железы (текстильный вкладыш, либо экзопротез) и дополнительные прокладки, формирующие желаемую конфигурацию тела с прооперированной стороны. Поскольку типовая форма экзопротезов не всегда обеспечивает желаемую форму груди, то централизованно изготовленный комплект прокладок позволяет женщинам после мастэктомии самостоятельно корректировать рельеф тела.

Съемный чехол (рис. 3, а, б) по внутренней стороне включает один карман (2) для экзопротеза (1), а по внешней стороне – три кармана (3), (4), (5) для размещения формозадающих прокладок (6), (7) и утяжелителя (8). Конструктивно предусмотрена дополнительная корректировка формы каждой прокладки и утяжелителя через отверстия в оболочках. Экспериментально установлено, что целесообразно изготавливать оболочки прокладок из хлопчатобумажного материала с рельефной поверхностью (рис. 3 в). За счет сцепления выпуклостей структуры материала чехла внутри бюстгалтера надежно удерживаются все вкладыши, в том числе, экзопротез, размещенный в его кармане [16]. Для дополнительного удерживания чехла с набором вкладышей, внутри чашки изделия применена застежка (9) на крючки и петли (рис. 3б). Способствует стационарному позиционированию чехла рельефная поверхность материалов верха [17] бюстгалтера (рис. 3г), т.к. сложная фактура кружевных полотен представляет собой разнонаправленные раппортные чередования выступов и углублений, образованных переплетениями нитей разной толщины.



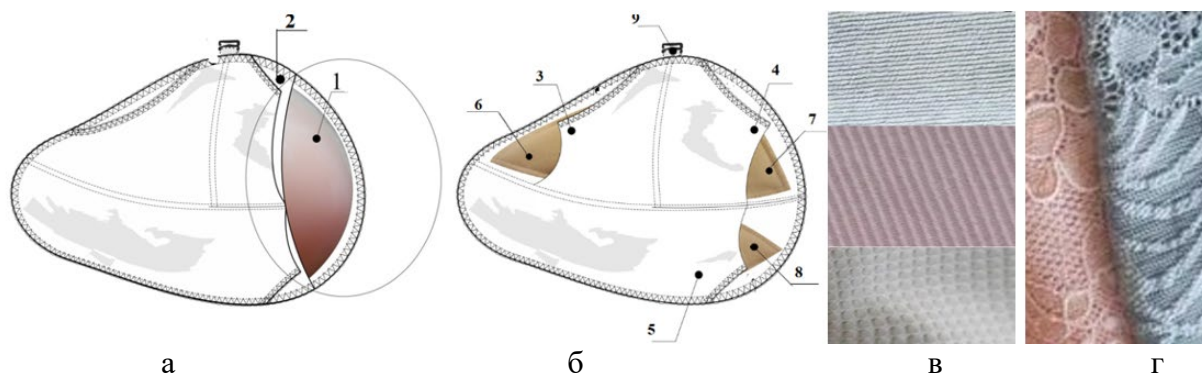


Рис. 3. Элементы ортопедического корректирующего бюстгалтера: а – размещение экзопротеза во внутреннем кармане чехла (вид в разрезе); б – размещение набора текстильных прокладок с внешней стороны чехла (виды в разрезе), в – примеры текстуры материалов для оболочек прокладок, г – фактурные материалы внешнего слоя бюстгалтера

Психологи утверждают, что операция мастэктомии у многих пациенток стимулирует психогенный страх, связанный с утерей груди. Поэтому ношение комфортного и красивого ортопедического белья, конфекцион-пакет которого обеспечивает надежность позиционирования всех составных частей изделия, является своеобразным элементом терапии.

Выводы:

– Отечественная индустрия реабилитационных товаров имеет огромный потенциал, т.к. продукция востребована среди потребителей целевой аудитории. Насыщению рынка посвящены представленные научные исследования в рассматриваемой области знаний.

– Потребности людей с ОВЗ в качественных адаптивных швейных изделиях разительно отличаются от аналогичных потребностей здоровых людей, поскольку они связаны с биосоциальными нуждами и способствуют инклюзии в общество.

– На конкурентоспособность инновационных реабилитационных изделий из текстильных материалов влияют конструктивно-технологические особенности проектируемых вещей и конфекционирование.

– Качественная реабилитационная швейная продукция может стать своеобразным индикатором статуса среди потребителей в ОВЗ.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Мировая статистика здравоохранения. / Всемирная организация здравоохранения. [Электронный ресурс] URL: <https://www.who.int/data/gho/publications/world-health-statistics> (дата обращения 06.09.2022)
2. Момджян К.Х. К типологии человеческих потребностей. Статья третья. Социальные потребности человека. Часть 1. // Вестник Московского университета. Серия Философия. 2015. №4. – с. 78-94.
3. Бикбулатова А.А., Андреева Е.Г. Метод определения требований к лечебно-профилактическим швейным изделиям. // Швейная промышленность. - 2013, № 1.- С. 37-40.
4. Global adaptive clothing market research report 2020. / 360 Market Updates [Электронный ресурс] URL: <https://www.360marketupdates.com/global-adaptive-clothing-market-14866816> (дата обращения 09.09.2022)
5. Бикбулатова А.А. Расширение функций одежды и изделий специального назначения с целью профилактики, лечения, реабилитации и абилитации людей, имеющих ограничения по здоровью и инвалидность // Костюмология. 2021. Т. 6. № 2.
6. Zappos Adaptive [Электронный ресурс] URL: <https://www.zappos.com/e/adaptive> (дата обращения 09.09.2022).
7. NELKAdaptive [Электронный ресурс] URL: <https://nelkadaptive.com/> (дата обращения 09.09.2022).

8. Стратегия развития производства промышленной продукции реабилитационной направленности до 2025 года. Проект. Минпромторг [Сайт] URL: [http://minpromtorg.gov.ru/common/upload/files/docs/Project\\_REAPROM\\_until\\_2025.pdf](http://minpromtorg.gov.ru/common/upload/files/docs/Project_REAPROM_until_2025.pdf) (дата обращения 23.02.2018).
9. Гусев И.Д., Разин И.Б., Гусева М.А., Андреева Е.Г., Белгородский В.С., Петросова И.А., Клочкова О.В., Родионова М.А. Параметрическое проектирование реабилитационных изделий / Свидетельство о регистрации базы данных RU 2020620375. Оpubл. 28.02.2020. Бюл. № 3.
10. Гусева М.А., Андреева Е.Г., Клочкова О.В., Гусев И.Д., Кащеев О.В., Лобжанидзе С.К. Мешок для ног в инвалидную коляску. // Патент на полезную модель RU 185890, опубл. 21.12.2018. Бюл. № 36.
11. МАГАЗИН КЛАСТЕК. Мебельные ткани. [Сайт] URL: <https://mebelnaya-tkan.ru/catalog/> (дата обращения 14.05.2018).
12. Жихарев А.П., Румянцева Г.П., Кирсанова Е.А. Материаловедение: Швейное производство. — М.: Издательский центр «Академия», 2005. — 240 с
13. Гусева М.А., Белгородский В.С., Андреева Е.Г., Арсеньева Е.П., Загурская Ю.А. Параметрическое проектирование ортопедического женского белья. / Свидетельство о регистрации базы данных RU 2021620328. Оpubл. 25.02.2021. Бюл. № 3.
14. Арсеньева Е.П., Гусева М.А., Андреева Е.Г. Конфекционирование лечебно-бандажного корректирующего изделия для экзопротезирования женщин после мастэктомии // Известия высших учебных заведений. Технология легкой промышленности. 2021. Т. 53. № 3. С. 7-9.
15. Махонин П.И., Холин В.В., Максименко Н.В., Пескова Т.В. Экзопротез молочной железы / Свидетельство на полезную модель RU 135514. Оpubл. 20.12.2013. Бюл. № 35.
16. Гусева М.А., Арсеньева Е.П., Андреева Е.Г., Белгородский В.С., Загурская Ю.А. Корректирующий ортопедический бюстгальтер / Заявка на полезную модель № 2022118449 от 06.07.2022.
17. Арсеньева Е. П., Загурская Ю. А., Гусева М. А. Лечебно-бандажное изделие для экзопротезирования женщин после мастэктомии/ заявка на полезную модель № 2022112029 от 05.05.2022.

## ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА ЭЛЕКТРОФОРМОВАНИЯ НА РАСХОД ФОРМОВОЧНОГО РАСТВОРА ПОЛИВИНИЛОВОГО СПИРТА

### INFUENCE OF ELECTROSPLANTING PARAMETERS ON THE CONSUMPTION OF POLYVINYL ALCOHOL SPINNING SOLUTION

М.А. Демидова, Д.Б. Рыклин  
M.A. Demidava, D.B. Ryklin

Витебский государственный технологический университет (Республика Беларусь)  
Vitebsk State Technological University (Republic of Belarus)  
E-mail: demidova.mariya00@gmail.com, ryklin-db@mail.ru

Определены параметры электроформования, при которых процесс протекает стабильно. Получена модель, описывающая влияние электрического потенциала эмиттера и расстояния от эмиттера до коллектора на расход формовочного раствора при стабильном протекании процесса электроформования. Предложена модель, описывающее влияние на расход формовочного раствора электрического потенциала эмиттера, рекомендованная для упрощенных расчетов. Установлено, что при электроформовании нановолокнистых материалов, покрытий и конструкций с добавлением целевых компонентов характер полученных зависимостей сохраняется, однако при этом наблюдается снижение расхода раствора на 20 – 40 %.

**Ключевые слова:** электроформование, нановолокна, формовочный раствор, поливиниловый спирт.

The parameters of stable electrospinning are determined. A model has been obtained that describes the influence of the electric potential of the emitter and the distance from the emitter to the collector on the consumption of the spinning solution during stable electrospinning. For simplified calculations, a model is proposed that describes the effect of the emitter electric potential on the consumption of the casting solution. It has been established that during the electrospinning of nanofibrous materials, coatings and structures with the addition of target components, the nature of the obtained dependences is preserved, while the solution consumption is reduced by 20–40%.

**Key words:** electrospinning, nanofibers, spinning solution, polyvinyl alcohol.

С ростом знаний о методах производства наноматериалов исследовательские группы по всему миру больше внимания уделяют разработке нановолокнистых материалов, покрытий и конструкций для различных видов применения [1]. При уменьшении диаметра волокна до наноразмерной шкалы возможно увеличение удельной поверхности до уровня 1000 м<sup>2</sup>/г. Снижение размера нановолокон и увеличение площади поверхности сильно влияет на химическую, биологическую реакционную способность и электроактивность полимерных волокон. При снижении диаметра волокна с 10 мкм до 10 нм увеличение гибкости в миллион раз. В связи с признанными открытыми наноэффектами электроформование нановолокнистых материалов, покрытий и структур вызывает всё больший интерес со стороны исследователей [2]. Электроформование позволяет получать нановолокна, обладающие уникальными свойствами, благодаря чему позволяет производить различные материалы, покрытия и конструкции для использования в медицине, косметологии, фильтрации, создании сенсоров, доставке лекарств и других областях исследования.

Выработать необходимые по качественным характеристикам нановолокна можно управляя основными факторами электроформования, поскольку они непосредственно влияют на диаметр и морфологию получаемых волокон. В литературе приводятся основными требования, предъявляемые к производимым нановолокнам [3]:

- диаметры волокон должны быть согласованными и контролируемы;
- поверхность волокна должна быть бездефектной или иметь контролируемый дефект;



– получаемые непрерывные одиночные нановолокна должны быть собираемыми на коллекторе.

Характеристики электроформованных нановолокон определяются факторами, оказывающими влияние на протекание процесса электроформования, что доказано многочисленными исследованиями. Основными параметрами процесса электроформования при этом являются: подаваемое напряжение, расход волокнообразующего раствора, расстояние от эмиттера до коллектора.

Напряжение электрического поля в межэлектродном пространстве является решающим фактором в электроформовании, поскольку пороговое значение напряжения должно быть превышено для выброса заряженных струй из конуса Тейлора. После достижения порогового напряжения происходит образование волокон, что приводит к необходимым изменениям в растворе под действием электрического поля и начинается процесс электроформования [4, 5].

Влияние подаваемого напряжения на протекание процесса электроформования широко изучено, и существуют различные точки зрения на этот вопрос. Ренкер и другие показали, что при электроформовании полиэтиленоксида подаваемое напряжение не оказывает существенного влияния на диаметр волокна [6]. Группой ученых Китая при исследовании влияния напряжения на морфологию волокон поливинилового спирта в водном растворе и распределение их диаметров было установлено, что при более высоких значениях напряжения происходит больший выброс полимера, что способствует образованию большего диаметра волокна [7]. Некоторые другие исследователи отметили, что увеличение подаваемого напряжения способствовало сужению диаметра волокна, а также диаметр волокна уменьшается с увеличением напряжения из-за увеличения электростатической силы отталкивания на заряженной струе. Образование бисера также наблюдалось при более высоком напряжении [8, 9].

Расстояние между наконечником прядильной головки и коллектором входит в число параметров, влияющих на процесс электроформования, хотя его влияние на него не так существенно влияет на морфологию волокон по сравнению с другими параметрами процесса. Оптимальное расстояние должно быть выбрано для того, чтобы обеспечить испарение растворителя из раствора полимера.

Для описания количества получаемых электроформованием нановолокон, материалов, покрытий и конструкций в литературе используется параметр расхода волокнообразующего полимера. Объемный расход прядильного раствора, определяющий производительность процесса электроформования, можно менять в значительных пределах. Нижний предел ограничен, главным образом, требованием стабильности дозирования через прядильную головку, а верхний – временем отверждения волокон, то есть скоростью испарения растворителя и расстоянием между электродами [10]. Рекомендуется медленная подача полимера для того, чтобы обеспечить достаточное время для испарения растворителя. Высокий расход приводит к появлению бисера [4], при этом слишком низкий расход хотя и обеспечивает стабильность процесса, не позволяет проводить его рационально, поскольку требует существенных временных затрат для производства нановолокнистых материалов, покрытий и конструкций.

С целью установления рациональных параметров работы установки для электроформования целесообразно получение математической модели, позволяющей прогнозировать расход волокнообразующего полимера при различных значениях напряжения и расстоянии от эмиттера до коллектора при обеспечении стабильного процесса.

Для проведения исследований был приготовлен 14%-ный раствор из поливинилового спирта (ПВС) марки Arkofil PPL. ПВС является одним из наиболее перспективных полимеров для получения нановолокнистых материалов, что связано с его доступностью, относительно невысокой стоимостью, растворимостью в воде, биосовместимостью, отсутствием токсического эффекта при использовании для производства нановолокнистых материалов, покрытий и структур, используемых в медицине и косметологии.

Исследования проводились на установке для формирования нетканых нановолокнистых материалов Fluidnatek LE-50. Электроформование на ней осуществляется с использованием капилляров, при этом электрическое напряжение прикладывается к раствору полимера, который при помощи дозатора подается на прядильную головку, имеющую положительный электрический потенциал. Высокое напряжение, создающееся за счет разности электрических потенциалов эмиттера и коллектора, индуцирует в растворе полимера одноименные электрические заряды, которые, в результате кулоновского электростатического взаимодействия, приводят к вытягиванию раствора полимера в тонкую струю. Нановолокна наносятся на материал подложки, закреплённой на вращающемся барабане (осадительный электрод), имеющем отрицательный электрический потенциал.

Вначале необходимо было установить такие значения параметров электроформования, при которых процесс протекал стабильно. Эксперимент проводился на трех различных расстояниях между электродами – 8, 10 и 12 см. Частота вращения коллектора составляла 250 мин<sup>-1</sup>.

Поиск оптимального сочетания потенциалов на эмиттере и коллекторе при определенном межэлектродном расстоянии осуществлялся следующим образом. Первоначально устанавливался расход раствора ПВС на уровне 0,1 мл/ч при минимальных значениях потенциалов и фиксировалось поведение капли раствора на кончике иглы: образование конуса Тейлора, его стабильность, рост или уменьшение размера капли. В процессе наблюдения определялось, происходило ли формирование волокон; выявлялся характер полимерной струи: её прерывистость или стабильность, наличие или отсутствие её расщепления на несколько более мелких струй. Затем напряжение в межэлектродном пространстве повышалось, и когда формирование струи прерывалось, что свидетельствовало недостаточности подачи электроформовочного раствора, его расход увеличивали.

Таким образом находили такое сочетание параметров процесса, при котором стабильное электроформование протекало бы при максимальном расходе. Также можно отметить, что для сохранения стабильности процесса повышение потенциала эмиттера приходилось сопровождать повышением абсолютного значения потенциала коллектора.

Взаимосвязь оптимальных значений электрических потенциалов эмиттера  $P_э$  и коллектора  $P_к$  выражается следующим соотношением:

$$P_к = 26 - 11,5 \cdot \sqrt[3]{P_э} \quad (1)$$

Общее количество исследованных сочетаний параметров электроформования составило 111, из которых 36 вариантов позволяли достигнуть высокой стабильности процесса. Некоторые варианты режимов электроформования и оценка стабильности процесса представлены в таблице 1.

В результате статистической обработки результатов исследований была получена модель, описывающая влияние электрического потенциала эмиттера и расстояния от эмиттера до коллектора на расход формовочного раствора при стабильном протекании процесса электроформования:

$$Q = 1,043527 - 0,136596 \cdot P_э - 0,006654 \cdot L^2 + 0,004382 \cdot P_э^2 + 0,005097 \cdot L \cdot P_э, \quad (2)$$

где  $P_э$  – электрический потенциал эмиттера, кВ;  
 $L$  – расстояние от эмиттера до коллектора, см.

Параметры процесса электроформования ПВС

Электрический потенциал эмиттера (+) и коллектора (-), кВ	+20; -5	+22; -6	+24; -7	+26; -8	+28; -9	+29; -9	+29; -9
Максимальный расход полимера, мл/ч	0,4	0,6	0,8	1,1	1,3	1,6	1,8
Расстояние от эмиттера до коллектора, см	8	-	+	+	+	-	-
	10	-	+	+	+	+	+
	12	-	-	+	+	+	+

Примечание: «+» – стабильно, «-» – нестабильно.

Показатель электрического потенциала коллектора был исключен из модели, так как он коррелирует с показателем электрического потенциала эмиттера. Коэффициент детерминации модели составил  $R^2=0,992$ . Зависимость расхода формовочного раствора от электрического потенциала эмиттера и расстояния от эмиттера до коллектора представлена на рис. 1.

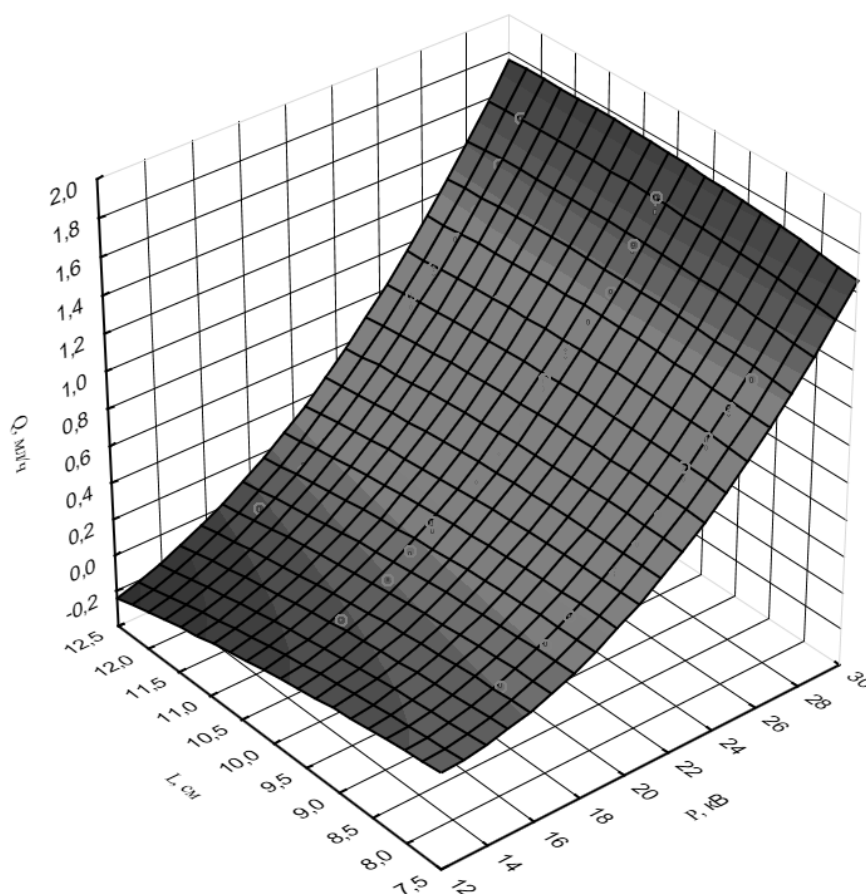


Рис. 1. Зависимость расхода формовочного раствора от электрического потенциала эмиттера и расстояния от эмиттера до коллектора

Для упрощенных расчетов, позволяющих определить значения расхода формовочного раствора может быть предложена модель, описывающее влияние на него только электрического потенциала эмиттера, поскольку фактор расстояния от эмиттера до коллектора влияет на значения расхода в незначительной степени:

$$Q = 0,85115 - 0,12926 \cdot P_3 + 0,00533 \cdot P_3^2 \quad (3)$$

Коэффициент детерминации составил  $R^2=0,984$ .

Полученные модели позволяют с достаточной для практических целей точностью предсказать расход формовочного раствора поливинилового спирта в чистом виде при проведении процесса электроформования нановолокнистых материалов в зависимости от параметров процесса. Исследования показали, что при электроформовании нановолокнистых материалов, покрытий и конструкций с добавлением таргет-компонентов данные зависимости поведения расхода прядильного раствора от расстояния от эмиттера до коллектора и электрического потенциала эмиттера сохраняются, при этом наблюдается снижение расхода раствора на 20 – 40 %.

Так, при электроформовании нановолокнистого покрытия с четкой структурой при добавлении не более 8% глицерина максимальный расход полимерного раствора при стабильном процессе электроформования не снижается и составляет 1,6 мл/ч [11]. При добавлении в раствор гемостатических компонентов при получении материалов медицинского назначения – хлорида алюминия  $AlCl_3$  и хлорида железа  $FeCl_3$  – расход снижается на 18 – 20 % и составляет около 1,3 мл/ч [12]. Электроформование косметологических изделий с добавлением масла розового дерева в прядильный раствор приводит к снижению максимального значения расхода формовочного раствора на 37,5%, которое составляет 1,0 мл/ч [13]. Таким образом, можно заключить, что предложенные модели рационально использовать при прогнозировании расхода раствора поливинилового спирта в зависимости от основных параметров процесса электроформования.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Haider A. A comprehensive review summarizing the effect of electrospinning parameters and potential applications of nanofibers in biomedical and biotechnology / A. Haider, S. Haider, I. Kang // *Arabian Journal of Chemistry*. – 2018. – V. 11. – P. 1165-1188.
2. Ko F. K. Nanofiber technology: bridging the gap between nano and macro world / F. K. Ko, Y. W. Lynn // *Nanoengineered Nanofibrous Materials*. – 2004. – P. 544.
3. Karakas H. Electrospinning of nanofibers and their applications / H. Karakas // *Materials Science*. – 2015. – P. 35.
4. Bhardwaj N. Electrospinning: A fascinating fiber fabrication technique / N. Bhardwaj, S. C. Kundu // *Biotechnology Advances*. – 2010. – V. 28. – P. 325-347.
5. Li Z. One-dimensional Nanostructures, Electrospinning technique and Unique Nanofibers / Z. Li, C. Wang // *Springer*. – 2013. – ISBN 978-3642364266.
6. Reneker D.H. Nanometer diameter fibers of polymer, produced by electrospinning / D.H. Reneker, I. Chun // *Nanotechnology*. – 1996. – V. 7. – P. 216-223.
7. Zhang C. Study on morphology of electrospun poly(vinyl alcohol) mats / C. Zhang, X. Yuan, L. Wu, Y. Han, J. Sheng, J. // *European Polymer Journal*. – 2005. – V. 41. – P. 423-432.
8. Demir M.M. Electrospinning of polyurethane fibers / M.M. Demir, I. Yilgor, E. Yilgor, B. Erman // *Polymer*. – 2002. – V. 43. – P. 3303-3309.
9. Beachley V. Effect of electrospinning parameters on the nanofiber diameter and length / V. Beachley, X. Wen // *Materials Science and Engineering C: Materials for Biological Applications*. – 2009. – V. 29. – P. 663-668.
10. Матвеев, А.Т. Получение нановолокон методом электроформования / А.Т. Матвеев, И.М. Афанасов. – Москва : Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, 2010. – 83 с.
11. Ryklin, D.B. Influence of glycerin adding on the electrospun nanofibers diameter / D.B. Ryklin, M.A. Demidova, V.M. Azarchenko, N.N. Yasinskaya, N.V. Skobova // *Материалы международной научно-технической конференции «Инновации в текстиле, одежде и обуви (ICTAI-2021)»*, Витебск, 8-10 июня 2021 г. / УО ВГТУ. – Витебск, 2021. – С. 030002-1 – 030002-8.

12. Демидова, М.А. Получение гемостатических пленок методом электроформования / М.А. Демидова, В.А. Новицкая, Д.Б. Рыклин, С.В. Гвоздев // материалов XXI Международного научно-практического форума «SMARTEX-2021» «Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоемкие технологии и материалы», Иваново, 12-14 октября 2021 г. / Текстильный институт ФГБОУ ВПО «ИВГПУ». – Иваново, 2021. – №1. – С. 181 – 186.
13. Рыклин, Д.Б. Получение многослойных нановолокнистых материалов методом электроформования / Д.Б. Рыклин, Н.Н. Ясинская, М.А. Демидова, В.М. Азарченко // Международный научно-технический симпозиум «Повышение энергоресурсоэффективности и экологической безопасности процессов и аппаратов химической и смежных отраслей промышленности» в рамках 3-го Международного Косыгинского форума : в т. 2, Москва, 20-21 октября 2021 г. / Российский государственный университет им. Косыгина. – Москва, 2021. – Т. 2. – С. 168 – 172.

**ПРОГРАММА «ЦИФРОВОЙ СТИЛИСТ» – РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ ДЛЯ  
РОЗНИЧНОГО РИТЕЙЛА**

**THE DIGITAL STYLIST PROGRAM IS A SOLUTION TO THE PROBLEM FOR  
RETAIL**

К.М. Демьяненко, О.В. Сурикова  
K.M. Demianenko, O.V. Surikova

Ивановский государственный политехнический университет  
Ivanovo State Polytechnic University  
E-mail: bulavka\_ksu@mail.ru, ola\_surikova@mail.ru

**Программа «Цифровой стилист», это программа позволяющая подобрать одежду в интернет-магазине с обеспечением эстетического и антропометрического соответствия одежды размерам тела и цветотипу потребителя. Данная программа позволит повысить количество покупок одежды в онлайн-магазинах, поможет уменьшить количество возвратов одежды в интернет-магазины за счет большего удовлетворения потребностей покупателей при выборе одежды. Программа поможет подобрать гармоничную по форме и пропорциям одежду, которая бы соответствовала фигуре потребителя, а также была согласованна по цвету с цветотипом внешности потребителя.**

**Ключевые слова:** гармонизация, пропорции, цветотип, онлайн-магазины, маркетплейсы, цифровой стилист;

**The Digital Stylist program is a program that allows you to pick up clothes in an online store with the provision of aesthetic and anthropometric compliance of clothes with body size and color type of the consumer. This program will increase the number of purchases of clothes in online stores, will help reduce the number of returns of clothes to online stores by better meeting the needs of customers when choosing clothes. The program will help you choose clothes that are harmonious in shape and proportions, which would correspond to the figure of the consumer, as well as be consistent in color with the color type of the consumer's appearance.**

**Keywords** harmonization, proportions, color type, online stores, marketplaces, digital stylist;

Каждый из нас хотя бы раз сталкивался с покупками одежды в интернете. Онлайн – магазины очень удобное и во многих случаях незаменимое изобретение 21 века, экономящее время и силы покупателей. Как и у каждого изобретения есть положительные и отрицательные стороны. Во время пандемии, услуга онлайн-покупок стала еще актуальнее, но, несмотря на удобство и минимализацию затраченного времени на решение этого вопроса, многие покупатели сталкиваются со сложностями. Возникают проблемы при самостоятельном составлении грамотного образа, с верными пропорциями, цветовой гаммой, с учетом фактур и принта, сложно подобрать вещи необходимого размера и модели. Поэтому очень часто происходят возвраты покупок, неудовлетворение со стороны покупателя и убытки со стороны производителей [1]. Программа «Цифровой стилист», реализуемая в рамках проекта «Студенческий стартап», сможет повысить количество покупок одежды в онлайн-магазинах за счет механизма, встроенного в сайты продавцов, подбирающего для клиента одежду, с обеспечением ее эстетического и антропометрического соответствия размерам тела и цветотипу потребителя [2].



Рис.1. Типология женских фигур и цветотипов внешности

Согласно статистике в рунете насчитывается порядка 30 000 интернет-магазинов одежды, и их количество продолжает расти. Владельцами интернет магазинов являются юридические лица (АО, ОАО, ООО, реже ИП). Из интернет-магазинов одежды и обуви, входящих в Топ-1000 онлайн-ритейлеров, 68% зарегистрированы в Москве и Московской области, 7% в Санкт-Петербурге и Ленинградской области. Остальные 25% распределились между другими городами России. В России, среди маркет-плейсов лидируют Wildberries и Ozon [3]. Среди Российских интернет-магазинов, производителей одежды, лучшими российскими брендами, по рейтингу Топ-15 на 2022 год стали: Baon, Modis, Love republic, Black star wear, Zarina, Oodji, Befree, Familia, Твое, Sela, Incity, Zolla, Спортмастер, Gloria geans, Ostin [4]. У каждого из перечисленных брендов есть сайт, большая доля сбыта продукции приходится на онлайн-продажи. По-прежнему сохраняется высокий уровень возвратов товара, по разным причинам: неверно выбранный размер, фасон, цвет, принт, состав материала, фактура. На многих сайтах разработаны подробные таблицы с размерами, отсняты изделия в разных ракурсах с подробными деталями, но все равно этого оказывается мало, для самостоятельного грамотного проектирования своего образа, без профессиональных знаний и анализа собственной фигуры, так же происходит несоответствие представления интернет-образа и лука в действительности. Необходима помощь профессионального стилиста или умного виртуального помощника. Возможность обратиться за услугами к специалисту есть не у всех, в связи с высокими ценами и временем, затраченным на услугу, но возможность воспользоваться онлайн-помощником, встроенным в сайт производителя, бесплатно будет у каждого.

В настоящее время для решения проблемы подбора одежды в онлайн-магазинах существуют несколько вариантов решения этой задачи. В пунктах выдачи одежды интернет-магазинов оборудованы примерочные, которые позволяют клиентам выполнить примерку одежды и в случае ее несоответствия выполнить возврат. Многие маркет-плейсы способны предоставить услугу курьера и предоставить возможность примерки изделий до оплаты покупки. Разработки в области цифрового помощника актуальная тема, поиски решения этой проблемы велись и продолжают разрабатываться. К примеру, UMA STYLE - цифровой стилист, программа, разработанная для системы Apple iOS (iPhone) [5], направленная на

помощь создания образа из имеющихся вещей в вашем гардеробе, вещи описываются словесно, программа рекомендует для приобретения недостающие изделия, с указанием ссылок на интернет-магазины и шоурумы с подходящей продукцией в разных ценовых сегментах. Приложение Choizfeed так же разработанное для системы Apple iOS (iPhone), направленное на подбор одежды и луков, разработка на соединении фэшн, IT и фуд-культуры. Приложение подсказывает, как собрать образ, где можно купить элементы образа, куда можно пойти в данном образе. Многофункциональное приложение Goodlook, которое вполне может заменить реального стилиста. Тут можно создавать, сохранять и комментировать коллажи стильных образов, а также делиться ими и покупать понравившиеся вещи. Сервис Capsula после заполнения клиентом обширной анкеты – опросника профессиональные стилисты пришлют фотографии готовых 5-6 образов, адаптированные под образ жизни и особенности фигуры клиента, при покупке любой вещи из собранного образа стоимость услуги становится бесплатной.

Настоящая программная разработка «Цифровой стилист» позволит обеспечить российский рынок удобным для работы инструментом, отличающимся от представленных на рынке программных продуктов. Для анализа и определения размеров тела потребителя каждый пользователь программы (покупатель интернет-магазина) должен загрузить свою фотографию и указать рост, размер цвет волос, кожи и глаз. По введенным данным программа рассчитывает: тип фигуры потребителя по телосложению, коэффициент стройности фигуры потребителя, цветотип внешности потребителя. Программа проводит анализ ассортимента интернет-магазина с целью его классификации по следующим классификационным признакам: стиль одежды, размер одежды, форма и силуэт, цвет одежды. Полученная классификация одежды позволяет подбирать одежду для потребителя с учетом ее эстетического соответствия. После проведения классификации для каждого изделия рассчитывают показатели силуэтной формы одежды (ПСФ). ПСФ одежды позволяет проводить анализ соответствия одежды размерам тела потребителей разных телосложений. Показатель ПСФ одежды служит основой для подбора изделий для клиентов с различными антропометрическими параметрами.

$$Y = D_i \cdot X, \quad (1)$$

где  $Y$  - величина ПСФ одежды;  $D_i$  – длина изделия,  $X$  – ширина изделия по линии бедер.

В зависимости от получившихся значений ПСФ система принимает решение о приемлемости или неприемлемости данного изделия для фигур разных телосложений и групп стройности.

В программу заложены справочные таблицы, согласно которым система определяет для фигур разных типов и групп стройности выполнение эстетического и антропометрического соответствия данного изделия для фигуры клиента. Автоматически будут собраны десятки луков для данного потребителя, из ассортимента данного интернет-магазина. Программа даст возможность сохранить образы в личном кабинете, до окончательного решения о приобретении понравившегося образа. Разработка рассчитана на рынок В&В. Потенциальные потребители услуги, это и интернет-магазины отдельные бренды или торговые марки, так и крупные маркет-плейсы. Интернет-магазину данная программа позволит уменьшить количество возвратов покупок одежды за счет лучшего удовлетворения потребностей покупателей. Программная разработка является доступной в ценовом сегменте, способствует улучшению бизнес-процессов в отечественных интернет-магазинах.

Цифровые помощники имеют большой потенциал для развития персонализации в моде. Для формирования грамотного образа будет предоставлена возможность обратиться к умному цифровому помощнику, программе «Цифровой стилист», реализуемой в рамках проекта «Студенческий стартап», при поддержке «Фонда содействия инновациям», реализация проекта рассчитана на 2022-2022 г.[6].



## ЛИТЕРАТУРА

1. Рейтинг ТОП-100 крупнейших российских интернет-магазинов: <https://top100.datainsight.ru/>
2. Гайдай М.О. магистерская диссертация «Создание сервиса виртуального стилиста для персонализации онлайн-продаж одежды с использованием технологии искусственного интеллекта», Екатеринбург 2020.
3. Методические материалы «Всё о маркетинге интернет-магазина. Аналитика»: <https://www.shopolog.ru/metodichka/analytics/kak-borotsya-s-vozvratami-v-internet-magazinakh-odezhdy/>
4. Интернет-портал «Все о шопинге. Санкт-Петербург»: <https://hullabaloo.ru/top/luchshie-rossiiskie-brendi-odegdi-top-10.html>
5. Сайт компании Apple «App Store»: <https://apps.apple.com/ru/app/uma-style-%D1%86%D0%B8%D1%84%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B9-%D1%81%D1%82%D0%B8%D0%BB%D0%B8%D1%81%D1%82/id1484942650>
6. Сайт Фонда содействия инновациям, программа «Студенческий стартап»: <https://fasie.ru/programs/programma-studstartup/>

**СОЦИАЛЬНО АКТИВНЫЕ БРЕНДЫ ОДЕЖДЫ. ИНКЛЮЗИВНЫЙ ПРОЕКТ  
«ДРУГИЕ БЕРЕГА» В КОЛЛАБОРАЦИИ С ПРЕДПРИЯТИЕМ «ВИОТЕКС»**

**SOCIALLY ACTIVE CLOTHING BRANDS. INCLUSIVE PROJECT "OTHER SHORE"  
IN COLLABORATION WITH "VIOTEX" ENTERPRISE**

К.М. Демьяненко  
K.M. Demianenko

Ивановский государственный политехнический университет  
Ivanovo State Polytechnic University  
E-mail: bulavka\_ksu@mail.ru

В эпоху перепроизводства и широкого ассортимента текстильных изделий критерии при выборе одежды меняются, хорошо сконструированной и отшитой из качественных материалов одежды бывает недостаточно. Бренду необходимо создать язык общения со своей аудиторией, формировать ДНК, рассказывать историю, формируя вокруг себя сообщество людей со схожей философией. В России многие бренды хорошо развиваются в этом направлении, ивановские производители так же занимают активную социальную позицию.

**Ключевые слова:** одежда со смыслом, аутизм, принт, ивановский трикотаж, социально активный бренд, инклюзивность;

In an era of overproduction and a wide range of textiles, the criteria for choosing clothes are changing, well-designed and sewn from quality materials is not enough. A brand needs to communicate with its audience, it needs to have a formed DNA, tell a story, form a community of people around itself with a similar philosophy. In Russia, many brands are developing well in this direction, Ivanovo manufacturers also take an active social position.

**Keywords:** clothes with meaning, autism, print, Ivanovo knitwear, socially active brand, inclusiveness;

Глобальный тренд, длящийся не одно десятилетие – одежда со смыслом, с историей. Одежда, созданная не только по всем канонам грамотного дизайна, конструирования и технологии изготовления, но и наполненная смыслами, обращающая внимание, размышляющая и предлагающая решения проблем современного мира. Одежда, у которой есть история, есть свой герой, автор, и яркое ДНК бренда.

Все больше становится брендов неравнодушных, поднимающих и решающих различные проблемы современного общества, брендов одежды с активной социальной составляющей. К примеру, российский бренд Zarina в тандеме с манекенщицей Натальей Водяновой и Фондом помощи детям «Обнаженные сердца» в 2015 году разработали совместно с детьми с синдромом дауна коллекцию одежды, посвященную особенным детям и их мамам, поднимающий вопрос взаимодействия и принятия особенных людей обществом. Участники проекта выступили в качестве моделей и художников. Социальный проект «Антон тут рядом» изначально стал известен как документальный фильм режиссера Любви Аркус, позже перерос в Благотворительный фонд системной поддержки людей с аутизмом. Ребята и наставники вместе работают в творческих мастерских, живут в квартирах сопровождаемого проживания, сотрудники фонда помогают детям с аутизмом учиться наравне со сверстниками, а взрослым — найти работу и друзей. В творческих мастерских ребята совместно со своими наставниками создают сувенирную продукцию, керамику, текстильные изделия, футболки с принтами, магниты, изделия из дерева. Всю продукцию можно купить на сайте организации или приобрести в сети магазинов, средства направляются в Фонд для улучшения качества жизни. Воспитанники Фонда «Антон тут рядом» реализовали совместный проект с основателем чулочно-носочного российского бренда St. Friday Socks Сергеем Тонковым, ребята рисовали принты в виде животных, которые находятся в приюте, тем самым

популяризировали информацию и помогли животным, которым нужен хозяин, а так же стали соавторами коммерческого дизайн-проекта. [3]. В качестве еще одного примера вспомним петербургскую марку Urbantiger и ее исполнительного директора Анастасию Пиорунскую, которая обратилась к теме экологии. 75% коллекций марки производят из натуральных или переработанных материалов (океанический пластик или биоразлагаемый бамбук), к концу 2022 года, по мнению директора, этот показатель должен достигнуть 100%. Компания сотрудничает с WWF: совместно компании выпустили 580 технологичных курток — по количеству амурских тигров, оставшихся на территории России. Итальянский бренд Marni выпустил холщовые сумки, футболки с рисунками детей из неблагополучных семей, живущих в бедных общинах Боготы, Найроби, Токио и итальянской колонии Финале-Эмилия. Прибыль от продаж поступила в школы, больницы и ассоциации, поощряющие развитие детского творчества.

Все социальные проекты, совместно проводимые с производствами и деятелями культуры объединяет не только финансовая сторона вопроса, а еще и вовлечение необычных людей в процесс создания продукта. Консорциум, который поможет рассказать о проблеме глубже, шире и интереснее.

Также если анализировать тренды на принты на одежде, с 2013 года идет ежесезонное обращение к рисункам, напоминающим детские, множество наивных абстрактных форм геометрической направленности или биомотивов. Начало этому тренду положила свадьба Анджелины Джоли и Брэда Питта в 2014 году: Джоли была в платье Atelier Versace, украшенном рисунками ее детей. В 2015 году модный дом Dolce & Gabbana представил коллекцию сезона осень-зима 2015/16, ставшую признанием в любви мамам. В основу принтов для женской и детской коллекций итальянского бренда также легли детские рисунки. В 2016-м Kids Rising вошел в число ключевых трендов сезона осень-зима 2017/18 на текстильной выставке Pitti Filati. К примеру, в 2018 г. были популярны принты под иллюстрации и скетчи [4].

В городе Иваново также есть социально направленные марки одежды и проекты. Социальному проекту «Другие берега» в 2023 году исполняется 10 лет. Начинаясь он с занятий по живописи и рисунку в клубе молодых людей с инвалидностью «Грани» («Белый гранат»). В 2014 году студенты 4 курса кафедры дизайна ИВГПУ (Растунина Д.А. и Демьяненко К.М.) проводили по авторской методике занятия по рисунку и живописи для людей с расстройством аутистического спектра. В процессе занятий участники клуба познакомились с различными техниками, материалами и примерами из истории изобразительного искусства. У каждого участника были собраны и оформлены работы для проведения итоговой выставки. Выставка была приурочена к 3 апреля – всемирному дню информирования людей о проблеме аутизма. Далее проект получил свое развитие в новой прикладной форме. Старые и новые работы были оцифрованы и напечатаны на ткани при помощи цифровой печати. Дизайн ткани мог, быть сделан на основе работы как одного, так и нескольких авторов. Коллажным методом в графических программах были собраны раппортные и моно-композиции, монохромные и выполненные в цвете. Первая имиджевая коллекция одежды состояла из 30 образов, включала в себя модели простых форм, с акцентом на принты и авторские ткани. Презентация проекта с показом моделей состоялась в 2017 году. В коллекцию входили трикотажные худи, свитшоты, бомберы, костюмы, платья. Принты, разработанные на основе рисунков особенных ребят, занимали как всю площадь изделия (платья, костюмы), так и выступали частичным декором (свитшоты, худи, авторские броши). В 2018 г. была разработана новая коллекция «Подводные сады аквалангиста», темой занятий по рисованию была морская тематика. По итогам была создана коллекция одежды из трикотажа, где изобразительными элементами стали стилизованные водоросли и обитатели морского мира. В 2021 году рисунки были перенесены на верхнюю одежду – пальто, полупальто и куртки (коллекция «Снежные розы»). Образ цветка, помещенного в нестандартное для него пространство – темную мутную воду, символика человека находящегося в сложном неопределенном положении во время пандемии. За время

существования проекта его участники смогли побывать в качестве художников, дизайнеров и моделей, расширить свой круг друзей и знакомых.

Проблематика ивановских производителей одежды – отсутствие индивидуальности, схожие приемы формообразования, фасоны, принты и темы, отсутствие мифологемы внутри коллекций. Проблематика молодых брендов одежды – немасштабируемость проектов, повторение изделий в единичных экземплярах.

Следующим этапом развития проекта и его масштабирования стала совместная коллаборация с ивановским трикотажным предприятием «Виотекс», ТМ «Детский бум» («Boom Club») - разработка фирменной коллекции одежды для всей семьи – Family Look, где комплекты одежды гармонично сочетались бы между собой и были бы выполнены в едином стиле, цветовой гамме и включали бы в себя рисунки участников клуба «Грани» («Белый гранат»). Коллекция одежды с историей, с социальной составляющей, одежда с социальной миссией. В октябре 2022 года коллекция одежды была презентована на международной выставке детской моды CJF, и представлена в сети магазинов «Виотекс». В комплектацию коллекции вошли костюмы из трикотажного полотна и худи, на каждое изделие нанесена промышленная вышивка или принт.



Рис. 1. Модели из коллекции одежды «Подводные сады аквалангиста»



Рис. 2. Коллекция пальто «Снежные розы», SPBFW 2021 г.



Рис.3. Совместная коллекция проекта «Другие берега» и компании «Виотекс», ТМ «Детский бум» («Boom Club»), 2022 г.

Общественная апробация работы «Снежные розы» включала ее показ и победу на Всероссийском конкурсе PROfashion masters, в рамках международной выставки СРМ, (Москва, февраль 2021 г.), второе место на международном конкурсе «Адмиралтейская игла» (Санкт-Петербург 2021 г.), показ на Московской Неделе Моды Mercedes Benz Fashion Week, на Санкт-Петербургской Неделе Моды SPBFW 2021 г. В сентябре 2022 года на международной выставке производителей детской одежды CJF (Москва, Экспоцентр) [5], был представлен совместный с предприятием «Виотекс» проект, с октября 2022 года коллекция одежды поступает в продажу в фирменные магазины компании.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Информационный портал. Новость о презентации коллекции одежды Натальи Водяновой: [https://joinfo.com/showbiz/1127873\\_Natalya-Vodyanova-vivela-podium-devochku-kotoraya.html](https://joinfo.com/showbiz/1127873_Natalya-Vodyanova-vivela-podium-devochku-kotoraya.html)
2. Официальный сайт Фонда «Антон тут рядом»: <https://antontut.ru/>
3. РБК, статья про Российские социально-активные бренды: <https://style.rbc.ru/items/6066d08a9a7947475f8354c2>
4. РДТ-инфо. Отраслевой ресурс рынка детских товаров, материал от PROfashion.ru.: <https://rdt-info.ru/2018030113633/detskie-risunki-na-odezhde-mogut-stat-uspeshnym-biznesom.html>
5. Официальный сайт компании «Виотекс»: <https://viotex37.ru/zavershenie-vystavki-CJF-%E2%80%93-detskaya-moda-2022.-osen>



## **ИННОВАЦИОННЫЕ РАЗРАБОТКИ ТЕХНОЛОГИИ ПОДГОТОВКИ ЛЬНЯНЫХ ВОЛОКОН ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ**

### **INNOVATIVE DEVELOPMENTS OF THE TECHNOLOGY OF PREPARATION FLAX FIBERS FOR THE MANUFACTURE OF TEXTILE PRODUCTS**

А.А. Жукова, С.А. Родионов, И.Г. Хосровян, Р.Р. Алешин, Г.А. Хосровян  
A.A. Zhukova, S.A. Rodionov, I.G. Khosrovyan, R.R. Aleshin, G.A. Khosrovyan

Ивановский государственный политехнический университет  
Ivanovo State Politechnical University  
E-mail: askarm@mail.ru, khosrovyan\_haik@mail.ru

**В статье рассмотрен разработанный технологический процесс подготовки котонизированных волокон к изготовлению текстильной продукции. Описан технологический процесс выделения одиночных льняных волокон из волокнистой массы и повторного разрыхления выделенных комплексов волокон с использованием разработанного оборудования для дополнительного разрыхления, рассортировки волокон, их распределения и транспортировки. Приведены результаты теоретических и экспериментальных исследований технологического процесса, протекающего на разработанном оборудовании.**

**Ключевые слова:** котонизированные волокна, распределение волокон, разрыхление, одиночные волокна, комплексы волокон.

**The article considers the developed technological process of preparation of cotonized fibers for the manufacture of textile products. The technological process of isolation of single flax fibers from the fibrous mass and re-loosening of the selected fiber complexes using the developed equipment for additional loosening, sorting of fibers, their distribution and transportation is described. The results of theoretical and experimental studies of the technological process taking place on the developed equipment are presented.**

**Keywords:** Coated fibers, fiber distribution, opening, single fibers, fiber complexes.

Как известно, катонин, который в последующем может быть использован для изготовления текстильной продукции, получается из льняных коротких волокон (отходов) путем котонизации с целью получения льняных волокон приближенных по длине и линейной плотности к хлопку.

Волокна льна, получаемые в результате котонизации, отличаются большой неровностью по своим физико-механическим показателям, в том числе неоднородностью по линейной плотности. Также они характеризуются большой заостренностью. Полученные волокна представляют собой смесь элементарных волокон (так называемых «мягких» волокон) и линейных комплексов волокон, состоящих из двух и более элементарных волокон (так называемых «жестких» волокон).

В результате механических воздействий на волокнистую массу в процессе котонизации одновременно с расщеплением происходит повреждение и разрыв волокон. Это приводит к тому, что образуется катонин разной длины и линейной плотности.

В настоящее время актуальным становится обеспечение использования катонина для получения текстильной продукции. Однако имеющиеся в катонине комплексы волокон затрудняют получение качественной текстильной продукции.

Для снижения процентного содержания комплексов волокон в катонине обычно используется дополнительная обработка на оборудовании, осуществляющем механическое воздействие на волокнистую массу. Это приводит не только к расщеплению комплексов льняных волокон, но и к уменьшению длины элементарных волокон с одновременным ростом доли коротких волокон в смеси.

Возникает необходимость разработки инновационной технологии на этапе подготовки котонизированных льняных волокон, обеспечивающей разделение волокнистой массы (котонины) на отдельные одиночные волокна и комплексы волокон, которые в последующем подвергаются максимальному расщеплению на отдельные одиночные волокна. При этом выделенные одиночные волокна сохраняют свои качества (длину и линейную плотность).

Нами разработана технологическая линия, содержащая оборудование для дополнительного разрыхления, рассортировки волокон, их распределения и транспортировки [1]. Данное оборудование обеспечивает выделение из волокнистой смеси (котонины) одиночных льняных волокон и комплексов волокон. Одиночные волокна в распределительной камере направляются для получения состоящих из мягких длинных одиночных волокон холстов, которые в дальнейшем транспортируются на производство текстильной продукции, а комплексы волокон направляются на повторное разрыхление для получения одиночных волокон [2]. Для обеспечения максимального расщепления комплексов волокон в разработанном оборудовании для дополнительного разрыхления, рассортировки волокон, их распределения и транспортировки усилен приемный узел за счет установки последовательно и горизонтально расположенных пыльчатых барабанов. Сверху и снизу пыльчатых барабанов установлены сороотбойные ножи и вытяжной канал для непрерывного удаления сорных примесей и костры, выделяемых из волокнистой массы. Количество выделяемых сорных примесей и непрядомых волокон зависят от местонахождения сороотбойных ножей и разводкой между сороотбойными ножами и рабочими пыльчатыми барабанами. После разрыхления в зоне пыльчатых барабанов волокнистого материала происходит сьем волокон воздушным потоком и движение их в камере рассортировки к зонам формирования слоя, состоящего из одиночных волокон, и слоя, состоящего из комплексов волокон. Слой, состоящий из одиночных волокон, направляется на технологическую линию для изготовления текстильной продукции, а слой, состоящий из комплексов волокон, - на повторное разрыхление с целью получения одиночных волокон.

При разработке технологии и оборудования для дополнительного разрыхления, рассортировки волокон, их распределения и транспортировки одновременно был разработан математический аппарат для описания технологических процессов, протекающих на разработанном оборудовании [3-6]. Так разработана теория процесса перехода волокон с поверхности одного рабочего барабана на другой, а также теория процесса съема волокон с поверхности рабочего барабана.

Изучено и описано поведение сорных примесей в процессе разрыхления в зоне пыльчатых барабанов с целью определения места установки сороудаляющих устройств.

В разработанной теории ударного взаимодействия сорной частицы с пыльчатой гарнитурой принято, что сорная частица в результате удара приобретает скорость, направленную под углом к касательной к окружности пыльчатого барабана в точке их взаимодействия.

В результате теоретических исследований получены уравнения движения, с помощью которых можно описать траектории сорных частиц:

$$\bar{u} = -g(u - u_a)V_{отн} / V_{вит}^2, \quad (1)$$

$$\bar{v} = -g(v - v_a)V_{отн} / V_{вит}^2, \quad (2)$$

где  $V_{отн} = [(u - u_a)^2 + (v - v_a)^2]^{0.5}$  - модуль вектора скорости частицы относительно воздушного потока;

$u, v$  - проекции скорости частицы в системе координат ( $O'XY$ );

$u_a, v_a$  - проекции скорости воздушного потока в системе координат ( $O'XY$ );

$V_{вит}$  - скорость витания частицы;

$g$  - ускорение свободного падения.

При условии, что в зоне межвиткового пространства составляющие скорости воздуха  $u_a$  и  $v_a$  - постоянны, а  $u_a = 0$  вероятность движения воздуха в радиальном направлении

практически равна 0. Условие  $v_a = \text{const}$ , поскольку высота зуба гарнитуры  $h_3$  мала по сравнению с радиусом барабана:  $h_3/R_6 \ll 1$ .

Для определения состава слоев были выполнены экспериментальные исследования на выходе из оборудования для дополнительного разрыхления, рассортировки волокон, их распределения и транспортировки, результаты которых показали, что одиночные волокна, образующие верхний слой, составляют – 55,25%, комплексы волокон, образующие нижний слой, – 39,75%, частицы пыли и сорных примесей, удаляемые из зоны формирования холстов – 5% [7].

Экспериментальные исследования показали, что в верхнем слое находятся в основном одиночные волокна длиной от 25...50 мм, в нижнем слое – в основном комплексы волокон длиной от 25...35 мм. Линейная плотность одиночных волокон в верхнем слое составляет 1,8...2,0 текс, а линейная плотность в нижнем слое – 2,0...3,2 текс. Таким образом, верхний слой образуют более тонкие, одиночные волокна, которые могут быть использованы для получения текстильной продукции, а нижний слой – комплексы волокон, которые направляются на повторное разрыхление с целью получения одиночных волокон.

*Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ и Департамента экономического развития и торговли Ивановской обл., проект № 20-43-370010.*

#### ЛИТЕРАТУРА

1. 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. – Оpubл. 10.01.2013.
  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. Тувин, М.А. Математическое моделирование аэродинамической рассортировки волокон в устройстве для получения многослойных нетканых материалов/М.А. Тувин, И.Г. Хосровян, Т.Я. Красик, Г.А. Хосровян // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2015. – №6. – С. 119-122.
  6. Хосровян А.Г. Движение волокнистых комплексов в процессе их аэродинамического съема в камере распределения / А.Г. Хосровян, И.Г. Хосровян, Г.А. Хосровян // Международный научно-исследовательский журнал. – 2021, Часть 1. – №3 (105). – С. 84-88.
  7. 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.
- УДК 677.014 – 615.468



## РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ АНТИБАКТЕРИАЛЬНОЙ ОТДЕЛКИ ДЛЯ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ МЕДИЦИНСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

### DEVELOPMENT OF ANTIBACTERIAL FINISHING TECHNOLOGY FOR MEDICAL TEXTILE MATERIALS

М.Д. Ильичева, А.Ф. Алёхина, Е.С. Власкина, Л.С. Петрова  
M.D. Ilyicheva, A.F. Alyokhina, E.S. Vlaskina, L.S Petrova

Ивановский государственный химико-технологический университет  
Ivanovo State University of Chemistry and Technology  
E-mail: mariy.ilicheva17mail.ru

Исследован состав выпускных форм препарата на основе наночастиц серебра. Разработаны технологии обработки текстильного материала наночастицами серебра по периодическому и непрерывному способу. Установлены концентрационные и температурно-временные показатели проведения процессов отделки ткани. Определена антибактериальная активность образцов целлюлозного материала после отделки по отношению к *Staphylococcus aureus* и *Escherichia coli*. Осуществлена попытка закрепления наночастиц серебра на текстильном материале с использованием текстильно-вспомогательных препаратов различной природы.

**Ключевые слова:** наночастицы серебра, антибактериальная активность, текстильный материал, текстильно- вспомогательные вещества.

The composition of the final forms of the drug based on silver nanoparticles was studied. Technologies have been developed for processing textile material with silver nanoparticles by batch and continuous methods. Concentration and temperature-time indicators of fabric finishing processes have been established. The antibacterial activity of samples of cellulose material after finishing in relation to *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli* was determined. An attempt was made to fix silver nanoparticles on a textile material using textile auxiliary preparations of various nature.

**Key words:** silver nanoparticles, antibacterial activity, textile material, textile auxiliaries.

Важными требованиями, предъявляемые к текстильным материалам медицинского назначения, является их высокие антимикробные и вирулицидные свойства, поскольку большинство таких изделий изготавливаются из природных тканей, которые являются пригодной средой для размножения патогенных микроорганизмов. Современные препараты для биоцидной отделки материалов включают различные классы катионных веществ и наночастиц металлов. Особенно интересны препараты на основе наночастиц серебра, обладающего уникальными антибактериальными свойствами. В наноразмерной форме частицы обладают уникальными электрическими, оптическими и каталитическими свойствами, но именно их исключительная антибактериальная активность, привлекла внимание исследователей и представителей промышленности [1].

Наночастицы серебра проявляют антимикробную активность в отношении различных инфекционных и патогенных микроорганизмов, включая бактерии с множественной лекарственной устойчивостью. На сегодняшний день наночастицы серебра используются в сотне продуктов, включая хирургические инструменты и инструменты для обработки пищевых продуктов, одежду, косметику, стоматологические изделия, катетеры и перевязочные материалы [2,3]. Однако, не смотря на их явные преимущества, разработка эффективного отечественного биоцидного препарата для отделки текстиля на основе наночастиц серебра все еще ведется.

Целью данной работы являлось совершенствование состава препарата на основе наночастиц серебра отечественного производства и разработка технологии его применения для хлопчатобумажных тканей. Для достижения поставленной цели необходимо было решить

следующие конкретные научно-исследовательские задачи: оценить эффективность выпускной формы антибактериального препарата на основе наночастиц серебра, разработать технологию антибактериальной отделки, определить технические результаты и антибактериальную активность текстильных материалов.

Гидрозоли наночастиц серебра получали методом восстановления серебра из нитрата серебра [4, 5]. Выбор состава выпускных форм препарата на основе наночастиц серебра производился по критерию степени восстановления наночастиц и агрегативной устойчивости. Так же, с целью увеличения активности гидрозолей серебра по отношению к микроорганизмам опробован в качестве восстановителя глиоксаль, широко используемый в отделочном производстве для придания целлюлозным тканям свойств малосминаемости, а в качестве стабилизатора полигуанидин, который сам по себе обладает некоторой антибактериальной активностью.

На рисунке 1. представлены спектры поглощения двух исследуемых коллоидных растворов. Образование наночастиц серебра характеризуется плазменным пиком при  $\lambda=300-400$  нм. Можно сделать вывод, что в присутствии полигуанидина в качестве восстановителя, наночастицы серебра не образуются (рис. 1,а). В присутствии глиоксаля на спектре поглощения появляется, имеется плазменный пик наночастиц серебра.

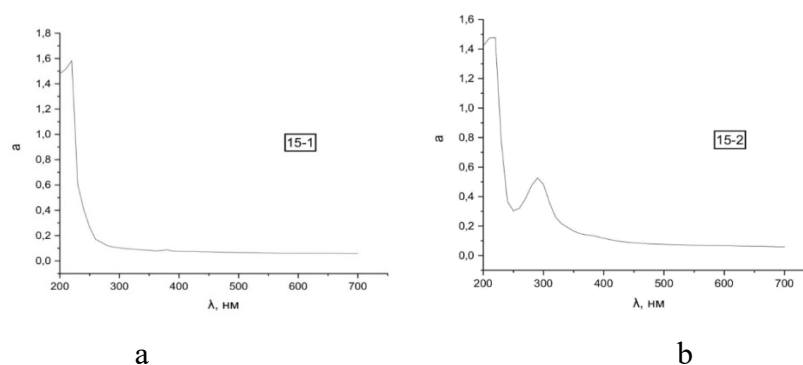


Рис. 1. УФ-спектр поглощения раствора нитрата серебра полигуанидин (а) и гидрозоля серебра (б), полученного восстановлением нитрата серебра глиоксалем, где  $\lambda$  - длина волны, нм; а – оптическая плотность коллоидного раствора серебра, ед.

Использование рецептуры, включающей в себя глиоксаль и полигуанидин, позволило повысить степень восстановления серебра на 20% рисунок 2.

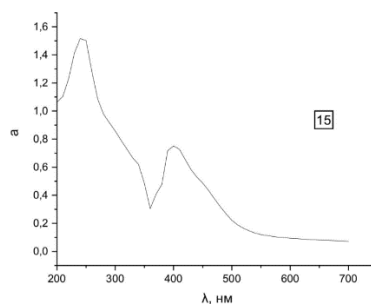


Рис. 2. УФ-спектр поглощения гидрозоля серебра, полученного восстановлением нитрата серебра глиоксалем, в присутствии полигуанидина в качестве стабилизатора, где  $\lambda$  – длина волны, нм; а – оптическая плотность коллоидного раствора серебра, ед.

Наиболее традиционным и проверенным временем способом придания антибактериальных свойств текстильным материалам является пропитка их растворами биоцидов. Такую технологию можно реализовать двумя способами: периодическим и непрерывным.

При обработке по периодической технологии образцы целлюлозных материалов на начальной стадии промывали в растворе ПАВ концентрацией 2 г/л при температуре 90<sup>0</sup>С, высушивали в термошкафу при температуре 90-100<sup>0</sup>С в течение 5 минут, после чего пропитывали раствором наночастиц серебра при 40-80<sup>0</sup>С 10-30 мин и сушили при 100<sup>0</sup>С до полного высыхания. При обработке по непрерывной технологии образцы целлюлозных материалов на начальной стадии промывали в растворе ПАВ концентрацией 2 г/л при температуре 90<sup>0</sup>С, высушивали в термошкафу при температуре 90-100<sup>0</sup>С в течение 5 минут, после чего пропитывали раствором наночастиц серебра при 40-80<sup>0</sup>С 15 сек и сушили при 100<sup>0</sup>С до полного высыхания.

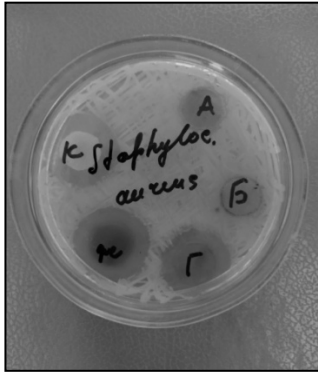
Проанализировано влияние температурно-временных параметров обработки на изменение прочностных показателей текстильных материалов. Показано, что образец, пропитанный раствором наночастиц серебра при 80<sup>0</sup>С в течение 20 минут и высушенный горячим воздухом при 100<sup>0</sup>С имеет минимальную потерю прочности, которая составила 8,04%. Образец, пропитанный раствором наночастиц серебра при 40<sup>0</sup>С в течение 15 секунд по непрерывной технологии и высушенный горячим воздухом при 100<sup>0</sup>С, имеет минимальные потери прочности, которые составили 8,3%.

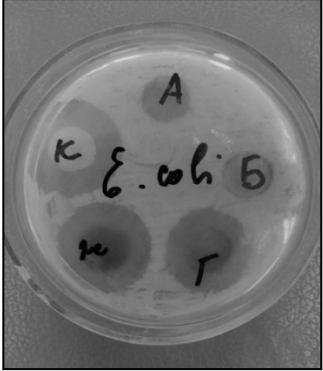
Антибактериальную активность по отношению к грамположительным и грамотрицательным бактериям определяли методом дисков. Метод основан на подавлении роста микроорганизмов на плотной питательной среде под действием антимикробного препарата, нанесенного на исследуемый образец. В результате диффузии препарата в среду вокруг диска образуется градиент концентрации исследуемого препарата – зона подавления роста микроорганизмов. Размер зоны подавления роста определяет эффективность препарата по отношению к исследуемой бактериальной культуре.

Определена антибактериальная активность образцов целлюлозного материала по отношению к золотистому стафилококку и кишечной палочке. Результаты исследования представлены в таблице 1.

Таблица 1

Исследование антибактериальной активности хлопчатобумажного текстильного материала с покрытием на основе наночастиц серебра

Изображения чашек Петри	Характеристика образцов	Образцы	Зона задержки роста, мм
	<p>Хлопчатобумажная ткань, арт. 43            А – обработан наночастицами серебра, после стирки;            Б – обработан наночастицами серебра, после 2-х стирок;            Г – обработан наночастицами серебра, без промывки;            К – обработан невосстановленными наноструктурированными наночастицами серебра;            Ж - обработан раствором наночастицами серебра при повышенной температуре (80 °С).</p>	А	2
		Б	1
		Г	7
		К	9
		Ж	8

Изображения чашек Петри	Характеристика образцов	Образцы	Зона задержки роста, мм
	<p>Хлопчатобумажная ткань, арт. 43            А – обработан наночастицами серебра после стирки;            Б – обработан наночастицами серебра, после 2-х стирок;            Г – обработан наночастицами серебра, без промывки;            К – обработан невосстановленными наноструктурированными наночастицами серебра;            Ж – обработан раствором наночастицами серебра при повышенной температуре (80 °С).</p>	А	2
		Б	1
		Г	7
		К	9
		Ж	8

Показано, что по отношению к золотистому стафилококку наблюдается высокая антибактериальная активность. Зона задержки роста составляет в среднем 8 мм. Следует отметить, что препарат с частично восстановленным нитратом серебра также проявляет высокие антимикробные свойства. Для кишечной палочки зона задержки роста составляет в среднем 8,5 мм.

Несмотря на то, что получены удовлетворительные результаты по антибактериальной активности хлопчатобумажных материалов по отношению к грамположительным и грамотрицательным бактериям после стирки количество смываемого препарата составляет более 60%, поэтому осуществлена попытка закрепления наночастиц серебра на текстильном материале. С этой целью опробованы катионоактивные препараты такие, как Катапав С и ВПК-402. Оценено влияние анионоактивного полиэлектролита Акремона ЛК-2 и предконденсата терморезактивных смол – Оteksида БФ в композиции с катализатором хлоридом магния (таблица 2).

Таблица 2  
Влияние природы препаратов на степень закрепления наночастиц серебра на текстильном материале

Образец	Технология обработки образца	Оценка степени закрепления препарата, балл, макс.5	Степень закрепления наночастиц серебра,%
1	Пропитка раствором Катапав С 10-12 г/л при 60 <sup>0</sup> С, 30 секунд. Отжим до 100%, контактная сушка при 120 <sup>0</sup> С.	3	61
2	Пропитка раствором Оteksида 100 г/л + MgCl <sub>2</sub> 5 г/л при 20 <sup>0</sup> С 30 секунд. Отжим до 100%, контактная сушка при 120 <sup>0</sup> С.	3	53
3	Пропитка раствором Акремона ЛК-2 20 г/л при 20 <sup>0</sup> С 30 секунд. Отжим до 100%, контактная сушка при 120 <sup>0</sup> С.	5	95
4	Пропитка раствором ВПК-402 35 г/л при 20 <sup>0</sup> С 30 секунд. Отжим до 100%, контактная сушка при 120 <sup>0</sup> С.	4	74

Установлено, что максимальную степень закрепления наночастиц серебра на текстильном материале, составляющую 97%, обеспечивает пропитка ткани Акремоном ЛК-2.

Таким образом, исследован состав выпускных форм препарата на основе наночастиц серебра. Разработанная методика получения наночастиц серебра. Синтез состоит в восстановлении нитрата серебра раствором глиоксаля с добавлением полигуанидина для стабилизации системы. Разработаны технологии обработки текстильного материала наночастицами серебра по периодическому и непрерывному способу. Установлены концентрационные и температурно-временные показатели проведения процессов отделки ткани. Для непрерывной технологии осуществлена попытка закрепления наночастиц серебра на текстильном материале. Установлено, что максимальную степень закрепления наночастиц серебра на текстильном материале, составляющую 97%, обеспечивает пропитка ткани Акремоном LK-2. Определена антибактериальная активность образцов целлюлозного материала после отделки по отношению к грамположительным и грамотрицательным группам бактерий, средняя зона задержки роста составила 8 мм.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Mucha, H. Antimicrobial Finishes and Modifications/ H. Mucha, D. Hoter and M. Swerev// Melland International. – 2002. – V. 10. – P. 148-151.
2. Qing, Y. Potential antibacterial mechanism of silver nanoparticles and the optimization of orthopedic implants by advanced modification technologies/ Y. Qing, L. Cheng, R. Li, G. Liu, Y. Zhang// Int. J. Nanomed. – 2018. – V. 13. – P. 3311 – 3327.
3. Dakal, T.C. Mechanistic basis of antimicrobial actions of silver nanoparticles/ T.C. Dakal, A. Kumar, R.S. Majumdar// Front. Microbiol. - 2016. – V. 8. – P. 1831 – 1834.
4. Малышева, К.А. Влияние типа восстановителя на свойства синтезированных наночастиц серебра / К.А. Малышева, О.И. Одинцова, Е.Л. Владимирцева // Science in the modern information society X, North Charleston, USA, V. 2. – P. 98-101.
5. Липина, А.А. Использование наночастиц серебра для придания текстильным материалам бактерицидных свойств / А.А. Липина, А.О. Зайцева, О.И. Одинцова // Известия высших учебных заведений. Технология Текстильной промышленности. - 2018. - №6 - С. 81-85.

**РАЗРАБОТКА ИНКЛЮЗИВНОЙ ОДЕЖДЫ  
В КОНТЕКСТЕ ОТВЕТСТВЕННОГО ПОТРЕБЛЕНИЯ  
НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭКО-КОНЦЕПЦИИ**

**DEVELOPING INCLUSIVE CLOTHING  
IN THE CONTEXT OF RESPONSIBLE CONSUMPTION  
BASED ON THE ECO-CONCEPT**

М.В. Зими́на<sup>1</sup>, Л.Л. Чаги́на<sup>1</sup>, В.В. Ива́нов<sup>2</sup>  
M.V. Zimina<sup>1</sup>, L. L. Chagina<sup>1</sup>, V.V. Ivanov<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Костромской государственной университет

<sup>2</sup>ООО «Термопол» (Москва)

<sup>1</sup>Kostroma State University, Russia

<sup>2</sup>Thermopol LLC (Moscow)

E-mail: ziminamv1977@rambler.ru, info@thermopol.ru

**В статье представлен проект создания ассортимента инклюзивной одежды из отечественных экологичных материалов, актуальный с позиций продвижения концепции ответственного производства и потребления, развития направления кастомизации и эко-концепции. Показана перспективность использования льна и нетканых утепляющих материалов Холлофайбер® в адаптивной одежде для людей с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ). Значимость предлагаемого исследования определяется возможностью решения задач, способствующих повышению качества жизни, социальной реабилитации, и адаптации людей с ОВЗ.**

**Ключевые слова:** инклюзивная одежда, ответственное потребление, полирециклинг, устойчивая мода, эко-концепция, кастомизация, лен, нетканые утепляющие материалы Холлофайбер®.

**The article presents a project to create an assortment of inclusive clothing from domestic eco-friendly materials, relevant from the standpoint of promoting the concept of responsible production and consumption, developing the direction of customization and eco-concept. The prospects of using linen and non-woven insulating materials Hollowfiber® in adaptive clothing for people with disabilities are shown. The significance of the proposed research is determined by the possibility of solving problems that contribute to improving the quality of life, social rehabilitation, and adaptation of people with disabilities.**

**Keywords:** inclusive clothing, responsible consumption, sustainable fashion, polyrecycling, eco-concept, customization, linen, non-woven insulation materials Hollowfiber®.

В последнее время все более широкое распространение получает концепция осознанного потребления, включая сокращение объемов потребления необязательных товаров, снижение отходов, совместное потребление (например, каршеринг), апсайклинг, повторное использование отходов в производстве (рециклинг, полирециклинг) [1]. На ответственное, осознанное использование ориентирована и философия медленной моды (slow fashion) — подход к потреблению изделий модной индустрии, когда предпочтение отдается качественным одежде и аксессуарам, при изготовлении которых используется принцип этичного отношения к окружающей среде. Этичное медленное движение в моде — это совокупность всех «устойчивых» и «экологических» направлений моды. Последователи устойчивой моды и осознанного потребления делают акцент на качестве, а не на количестве. По мнению К. Флетчер, автора термина «slow fashion» (медленная мода), данное направление следует рассматривать с различных позиций. С одной стороны «философией этой новой тенденции является производство качественных товаров массового потребления, продление срока жизни вещей, и правильное взаимодействие людей с вещами», с другой — «необходимо делать более сильный акцент на сохранении и длительном ношении одежды, а также уходе за ней» [2].

На сегодняшний день в России проживает около 13 миллионов инвалидов, что составляет около 8,8 процента населения страны и более 40 млн. маломобильных граждан – 27,4 процента населения. При таком объеме оборота текстильной продукции важно предусмотреть применение промышленно перерабатываемых материалов, создаваемых из вторичного и перерабатываемого сырья. Одним из высокотехнологичных примеров, проанализированным в рамках нашего исследования, может служить применение нетканого материала Холлофайбер® Экософт® (из вторичных и переработанных ПЭТФ-волокон) наряду с Холлофайбер® Софт (из первичного полиэфирного волокнистого сырья). Данные нетканые материалы пригодны не просто для однократной текстильной переработки (рециклинга), но и для многократной переработки (полирециклинг). Важной особенностью материалов из вторичного и переработанного ПЭТФ-сырья является сохранение основных эксплуатационных характеристик изделий, основных качеств и свойств практичности компонентов. Отмечаются изменения в пределах ГОСТ.

Инвалидность по состоянию здоровья создает социальные проблемы для этой категории людей, одна из них – неуверенность в себе, которая вызвана не только физическим состоянием, но и внешним видом. Использование «обычной», неадаптированной одежды создает ограничения к самостоятельному выполнению жизненно важных функций, а также усугубляет социальную дистанцию и препятствует способности достичь лучшего качества жизни. Одежда для людей с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) должна быть эргономичной и адекватной условиям системы «инвалид – одежда – окружающая среда». Также для положительного психоэмоционального состояния одежда в значительной мере должна удовлетворять эстетическим требованиям. Эти результаты подчеркивают необходимость всеобъемлющего подхода к созданию одежды для инвалидов, для преодоления связанных с одеждой барьеров [3]. В XXI веке можно подлинно сказать, что люди с ОВЗ являются признанными участниками Fashion-индустрии.

Ключевые свойства, предъявляемые к материалам и готовым изделиям (растяжимость, устойчивость к многократным стиркам, прочность на разрыв, сохранение теплозащитных свойств и пр.), в полной мере сохраняются при использовании указанных выше эко-френдли и полирециклинговых продуктов. Данные свойства должны распространяться на все применяемые ткани и нетканые материалы.

Год от года индустрия моды меняется, но рассматриваемая проблема является всегда положительной и актуальной. Существует много способов потреблять меньше, тем самым бережно относясь к природным ресурсам и защищая окружающую среду от загрязнений. С момента появления направление «медленной моды» исключало продукцию масс-маркета, подразумевая создание авторских единичных изделий, созданных вручную. Устойчивая мода склоняет к универсальности стиля в одежде, к созданию экологичного гардероба из материалов переработки, к сознательному отношению к вещам.

На сегодняшний день современное проектирование одежды подразумевает разработку конструкций на здоровых людей. Промышленные предприятия не производят массово одежду для людей с ограниченными возможностями здоровья ввиду отсутствия соответствующих разработок, стандартов и нормативно-технической документации. Проектирование инклюзивной одежды представлено в основном научно-исследовательскими работами. В настоящее время в России и зарубежных странах существуют проекты по производству одежды для людей с инвалидностью. Анализ современного рынка позволяет сделать вывод, что в основном изделия являются дорогостоящими и реализуются посредством интернет-сайтов [4].

Цель данного проекта – создание современного ассортимента инклюзивной одежды в контексте ответственного потребления на основе использования эко-концепции.

Следует подчеркнуть, что в одежде для людей с ограниченными возможностями здоровья качественные характеристики материалов имеют определяющую роль. Проведенный исследования показали перспективность использования льна как составляющей системы

материалов для создания адаптивной одежды. Одежда из льна чрезвычайно актуальна с точки зрения развития тенденций ответственного потребления.

Лен – это русское натуральное сырье для пошива одежды, которое использовали испокон веков. Льняная одежда хороша тем, что обладает рядом таких свойств, которые другим материалам не присущи, тем самым, обеспечивая комфорт. Но до сих пор льняное полотно и льняная пряжа не утратили своей уникальности и изысканности, а одежда из этих материалов ценится, как и многие века назад. Благородная красота льна в изделиях в синтезе с уникальными лечебными и гигиеническими свойствами делает одежду из льняного трикотажа весьма актуальной не только в обеспечении комфорта, но и в лечебно-профилактических целях. Изделия из льна весьма износостойчивы, что прогнозирует долгий срок эксплуатации, что является ценным потребительским свойством для рассматриваемой нами аудитории в виду ее низкой платежеспособности.

В предлагаемом проекте для создания адаптивной одежды кроме льна используются отечественные утепляющие нетканые материалы ведущего отечественного производителя ООО «Термопол», выпускающего продукцию Холлофайбер®.

Перспективным и новым направлением является применение для адаптивных изделий льняных трикотажных полотен, в том числе с вложением полиуретановых нитей, которые могут быть использованы для изготовления: верхней адаптивной одежды бытового назначения; льняного белья бытового назначения, обеспечивающего комфортное состояние человека; льняного белья медицинского назначения, обладающего антимикробным и антипролежневым эффектом; медицинских эластичных поясов корректирующего назначения.

Проведенный SWOT-анализ позволил выявить сильные и слабые стороны проекта, возможности и угрозы [5].

Основными сильными сторонами проекта являются:

- применение отечественного сырья;
- использование натурального сырья;
- создание продукции, соответствующей концепции ответственного потребления;
- оптимальное соотношение цена-качество;
- социальная направленность продукции.

Среди наиболее значимых возможностей проекта можно выделить:

- решение задачи импортозамещения;
- возможность влияния на цену посредством высокого качества;
- государственная поддержка;
- внедрение новых технологий;
- успешный бэграунд ведущих отечественных разработчиков и производителей нетканой продукции.

Одновременно с наличием сильных сторон и возможностей у предлагаемого проекта есть ряд угроз и слабые стороны, в частности:

- сложность реализации социальных инноваций;
- повышенная стоимость специальной функциональной одежды в сравнении с обычной и одновременно низкая платежеспособность целевой аудитории;
- низкая инвестиционная привлекательность;
- проблемы выпуска синтетических волокон в РФ и проблемы наличия льняного сырья.

Инклюзивная одежда для людей с ОВЗ отличается от одежды обычных людей. В ней важны конструктивные решения, чтобы при эксплуатации обеспечивать удобство при переодевании и передвижении. Важно найти ту комбинацию свойств материалов и конструкции изделия, чтобы максимально обеспечить комфортные условия при эксплуатации. Этот вид одежды должен создавать не только привлекательный имидж, но и быть максимально удобен для человека с инвалидностью, а также его личного помощника [6]. При проектировании адаптивной одежды для людей с ОВЗ необходимо ориентироваться на определенные проблемы, связанные с той или иной формой инвалидности. Каждая деталь должна быть тщательно продумана и приспособлена к определенной среде использования с



учетом вида заболевания. Так, вследствие обездвиженности нижней части тела, люди с ОВЗ постоянно чувствуют недостаток тепла в нижних конечностях. В данном случае целесообразно применение льняного трикотажа, который обладая специфической повышенной жесткостью поможет оказывать массажный, разогревающий эффект. Немаловажным в проектировании одежды для людей в инвалидном кресле являются прибавки на участках изделия, которые подвержены динамическим движениям. У инвалида–колясочника – это движение рук «вперед - назад», при «сгибании – разгибании» руки в локтевом суставе и наклоне торса вперед.

Анализ ассортимента инклюзивной одежды позволил выявить что существуют специфические модельные, конструктивные и технологические особенности изделий: силуэт прямой, объемы значительные; застежка на спинке запаха; карманы находятся в удобных для использования в положении сидя местах; задняя часть проектируется короче передней; наличие дополнительных усиливающих вставок в местах, подверженных растяжению и износу. Важно спроектировать изделие с учетом возможности самообслуживания, выбрав конструктивное решение в виде «запаха», использования застежек «велкро» и других функциональных элементов. Особо важно конструкторское решение при проектировании адаптивной одежды, так как она при эксплуатации не должна сковывать движения инвалида, попадать в механизмы передвигающих устройств, натирать тело [7-9].

Использование льна для изготовления адаптивной одежды соответствует направлению приоритетных государственных задач: в 2019 году время во исполнение Правительственной комиссии по импортозамещению разработана Комплексная программа поддержки производства изделий из льна на период до 2025 года. Главная цель программы – развитие отечественной сырьевой базы и увеличение выпуска льняной продукции широкого ассортимента, соответствующей международным стандартам качества. Перспективность разработки и использования отечественных утепляющих нетканых материалов соответствует приоритетным направлениям, сформулированным в Стратегии развития легкой промышленности, в которой отмечается, что разработка интегрированной производственной цепочки синтетических материалов, включая производство технического текстиля, является одним из приоритетных направлений.

Таким образом, применение научно обоснованного подхода к проектированию, использование качественного экологичного отечественного сырья, понимание запросов и нужд целевой аудитории создает предпосылки создания конкурентоспособной отечественной инклюзивной продукции, соответствующей новому перспективному направлению потребления и производства ориентированного на сознательное, ответственное потребление, включая использование безвредных, безотходных технологий, создание вещей длительного использования конструктивные особенности которых повышают уровень самообслуживания, частично маскируют и компенсируют физические дефекты, что позволяет рассматривать адаптивную одежду как инструмент психологической и медико-социальной реабилитации и адаптации инвалида в современном обществе.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Шубин С. Г., Морева Л. А. Текстильная промышленность России в современных экономических условиях // Вестник Краснодарского регионального отделения Русского географического общества. 2020. С. 213–217.
2. Медленная мода в лицах: Кейт Флетчер. URL: <https://www.laskahenkel.ru/ru> (дата обращения: 02.05.2022).
3. Зими́на М.В., Чагина Л.Л. К вопросу создания одежды для людей с ограниченными возможностями здоровья // "Дизайн, технологии и инновации в текстильной и легкой промышленности" (ИННОВАЦИИ-2020) часть 2: сб. статей Междунар. науч.-техн. конф / Москва, РГУ, 2020. - С. 116-119.

4. Зими́на М.В., Чаги́на Л.Л. Конфекционирование материалов для адаптивной одежды // Научные исследования и разработки в области дизайна и технологий материалы: сб. статей Всероссийской науч.-практ. конф. в 2 частях. / Кострома, 2021.С. 30–33.
5. Зими́на М.В., Чаги́на Л.Л., Ивано́в В.В. Перспективность использования отечественных материалов для изготовления адаптивной одежды//Актуальные вопросы экономики, коммерции и сервиса: сб. науч. трудов кафедры коммерции и сервиса. / Москва, 2021. С. 60-66.
6. Зими́на М.В. Свойства материалов функциональной одежды для людей с ограниченными возможностями здоровья//«Новые технологии и материалы легкой промышленности» сб. статей XVII Всероссийской науч.-практ. конф/ Казань, КНИТУ, 2021. – С. 114-117.
7. Зими́на М.В., Чаги́на Л.Л. Анализ специфических особенностей адаптивной одежды для людей с ограниченными двигательными возможностями//Технология и качество №3(53). 2021. С.11–17.
8. Зими́на М.В. Теоретические основы и общие закономерности проектирования и технологии изготовления адаптивной одежды для людей с ограниченными двигательными возможностями. //М.В. Зими́на, Е.Н Виноградова// "Молодежь. Наука. Творчество" Материалы XIX Всероссийская научно-практическая конференция, Омский государственный технический университет, 2021. – С. 201–204.
9. Зими́на М.В., Л.Л. Чаги́на. Конструктивные и технологические особенности адаптивной одежды с использованием отечественного экосырья//Фундаментальные и прикладные научные исследования в области инклюзивного дизайна и технологий: опыт, практика и перспективы/Сборник научных трудов Международной научно-практической конференции (23 – 25 марта 2022 г.), часть 2. – М.: РГУ им. А.Н. Косыгина, 2022. – С. 20–24.

## ПОЛУЧЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПОКРЫТИЙ ИЗ ПИРОЭЛЕКТРИКОВ

### OBTAINING FUNCTIONAL TEXTILE MATERIALS WITH THE USE OF COATINGS FROM PYROELECTRIC

Д.Ю. Кабанцев, А.Ю. Матрохин  
D.Yu. Kabantsev, A.Yu. Matrokhin

Ивановский государственный политехнический университет  
Ivanovo State Polytechnic University  
E-mail: kabantsev.dmitry@yandex.ru

Рассмотрены основные области применения функциональных материалов. Предложена градация функциональных материалов по востребованности у потребителей. Обозначены предпосылки к получению функциональных текстильных материалов с использованием покрытий из пирозлектриков. Предложены варианты применения функциональных текстильных материалов с использованием покрытий из пирозлектриков.

**Ключевые слова:** функциональные текстильные материалы, биоактивные текстильные материалы, биозащитные текстильные материалы, пирозлектрики, пирозлектрический эффект.

The main fields of application of functional materials are considered. A gradation of functional materials according to demand from consumers is proposed. The prerequisites for obtaining functional textile materials using coatings from pyroelectrics are indicated. Options for the use of functional textile materials using pyroelectric coatings are proposed.

**Keywords:** functional textile materials, bioactive textile materials, bioprotective textile materials, pyroelectrics, pyroelectric effect.

Производство и продажа текстильных материалов, обладающих заданными функциональными характеристиками, показывает стабильный рост [1], благодаря взрывному расширению областей их применения. В некоторых областях функциональные текстильные материалы способны кардинально изменять сложившиеся уклады в решении социальных и технических задач.

Рассматриваемые материалы находят очень широкое применение (одежда для защиты работников от опасных и вредных условий; одежда для спорта высоких достижений; системы связи и передачи данных; композиты; геотекстиль; депо-материалы и др.).

Исходя из анализа основных свойств, которые востребованы в функциональных материалах, предлагается ввести их градацию на три группы по следующим признакам:

– способность защиты пользователя от вредных и опасных факторов – водо- и маслоотталкивание; огнестойкость (огнезащищенность) и т.п.;

– способность передавать заданное первоначальное воздействие в объеме материала или во внешнюю среду – оптические волокна, электропроводящий текстиль и т.п.;

– способность продуцировать определенное воздействие на внешнюю среду – материалы с антимикробными свойствами, материалы, содержащие лечебный состав.

На сегодняшний день особый интерес представляют функциональные материалы третьей группы. Здесь в первую очередь хотелось бы отметить применение функциональных наполнителей для создания биоактивных и биозащитных текстильных материалов. В работах [2-5] авторами предложено использовать в качестве пленкообразующих природные полисахариды – хитозан и альгинат натрия. Достоинством данных методов является простота закрепления активных веществ на поверхности материала и возможность их пролонгированного высвобождения. К недостаткам можно отнести снижение сорбционной способности, воздухо- и паропроницаемости текстильных материалов из-за склеивания волокон пленкообразующими веществами [6].

Предлагаемая нами разработка получения функциональных текстильных материалов способных продуцировать определенное воздействие на внешнюю среду лишена данных недостатков. Сущность предложения заключается в нанесении на текстильный материал отделочного состава (суспензии), содержащего заданную концентрацию порошкообразного минерала из класса пироэлектриков. Эффект от использования пироэлектриков обусловлен тем, что при их нагревании на противоположенных сторонах каждого кристалла продуцируются электрические заряды. Перетекание зарядов приводит к образованию отрицательных аэроионов, которые в свою очередь взаимодействуют с окружающей средой, нейтрализуя поллютанты и неприятные запахи [7], а также могут быть применимы для ускорения заживления ран.

Несмотря на имеющиеся предпосылки к применению описанного эффекта в текстильных изделиях, производство данного вида продукции в России на текущий момент не сформировано. При этом следует отметить, что получение текстильных материалов с использованием покрытий из пироэлектриков возможно уже сейчас, благодаря традиционным технологиям отделочного производства (ротационная печать).

Для перехода от прототипов [8] к отечественной технологии изготовления функциональных текстильных материалов с использованием покрытий из пироэлектриков необходимо решить ряд задач:

- выявить и получить научно-обоснованный фракционный состав пироэлектрика и других компонентов отделочного состава;
- определить оптимальную конфигурацию (конфигурацию рисунка) нанесения полученного состава на текстильный материал;
- установить требуемый уровень безопасности используемых композиций для здоровья человека и животных, а также для окружающей среды.

Возможными вариантами применения таких материалов могут быть:

- элементы одежды первого слоя, прилегающие к суставам (плечевым, локтевым, лучезапястным, тазобедренным, коленным, голеностопным) в целях их непрерывного стимулирования;
- компоненты санитарно-гигиенических и медицинских текстильных изделий.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Singh, M.K. Textiles Functionalization – A Review of Materials, Processes, and Assessment. In: Kumar B., editor. Textiles for Functional Applications. IntechOpen; London, UK: 2021.
2. Chandrasekar, S. Application of chitosan and herbal nanocomposites to develop antibacterial medical textile / S. Chandrasekar, S. Vijayakumar, R. Rajendran // *Biomedicine & Aging Pathology*. – 2014. – V. 4, № 1. – P. 59-64.
3. Корнилова, Н.А. Использование механической активации аппретов при получении текстильных материалов с пролонгированным лечебным действием / Н.А. Корнилова, И.А. Липатова // *Химия и химическая технология*. – 2011. – Т. 54, № 4. – С. 90-94.
4. Мезина, Е.А. Хитозан-волоконистые матрицы для пролонгированного выделения лекарственного препарата лидокаина / Е.А. Мезина, Л.И. Макарова, И.М. Липатова // *Изв. вузов. Химия и хим. технология*. – 2013. – Т. 56, № 12. – С. 110-114.
5. Олтаржевская, Н.Д. Лечебные текстильные материалы «колетекс» – эффективные многофункциональные депо-системы / Н.Д. Олтаржевская, Г.Е. Кричевский // *Химико-фармацевтический журнал*. – 2005. – Т. 39, № 3. – С. 42-50.
6. Тимошина, Ю.А. Научно-технологические основы создания функциональных синтетических текстильных материалов с защитными свойствами с применением плазмы высокочастотного разряда пониженного давления: дис. ... д-р. техн. наук: 05.19.01. – Каз. нац. исслед. технол. университет, Каз., 2022. – 518 с.
7. Perez, V. Air ions and mood outcomes: a review and meta-analysis / V. Perez, D.D. Alexander, W.H. Bailey // *BMC Psychiatry*. – 2013. – 13:29.
8. Пат. CN2704342Y. Sanitary napkin and pad with negative ions.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СВЕТОДИОДНОЙ ОТДЕЛКИ В ОДЕЖДЕ

### USING LED FINISHING IN CLOTHING

А.Ю. Карамазова, В.В. Гетманцева  
A.Y. Karamazova, V.V. Getmantseva

Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина  
(Технологии. Дизайн. Искусство), Москва  
Russian State University A.N. Kosygin  
(Technologies. Design. Art), Moscow  
E-mail: karamazova.alina@mail.ru, getmantseva-vv@rguk.ru

В статье рассмотрен вопрос использования инновационных решений в одежде. В настоящее время покупатель задумывается о том, чтобы удовлетворить свои потребности не просто в красоте, но и в удобстве, в возможности долговременного использования вещей, наличие удобных функций, необходимых в повседневной жизни. Уход от Fast Fashion, развитие умной одежды, внедрение инновационных технологий, усовершенствование одежды для возможности повторного использования является перспективным трендом в фэшн-индустрии. В моде осознанное потребление и использование новых материалов.

В работе предложено использовать материалы с функцией проявления рисунка и светодиодную отделку для декорирования и, одновременно, для придания изделию сигнальной функции.

Ключевые слова: одежда, ткань с водопроявляемым рисунком, светодиоды, габардин с водоотталкивающей пропиткой.

The article considers the issue of using innovative solutions in clothing. At present, the buyer is thinking about how to satisfy his needs not only in beauty, but also in convenience, in the possibility of long-term use of things, the presence of convenient functions necessary in everyday life. Moving away from Fast Fashion, the development of smart clothes, the introduction of innovative technologies, the improvement of clothes for reuse is a promising trend in the fashion industry. Conscious consumption and the use of new materials are in vogue.

The paper proposes to use materials with the function of developing a pattern and LED trim for decoration and, at the same time, to give the product a signal function.

Key words: clothing, fabric with a water-repellent pattern, light-emitting diodes, gabardine with water-repellent impregnation.

Сегодня развитие швейной отрасли заключается в модернизации, затрагивая весь процесс производства, в том числе цифровизацию складского учета материалов и готовой продукции, цифровой раскройный комплекс вместе с цифровыми пооперационными швейными системами. Все это заключается в снижении затрат на производстве, зависимости от человеческого фактора, повышении скорости производственных операций, улучшении эффективности складских запасов.

На движение цифровизации отрасли в большей степени влияет сам творческий характер индустрии моды, который создается с учетом потребительского спроса и базовых тенденций. Современный покупатель хочет удовлетворять не только эстетические потребности, но и в удобстве, передавать одежду из рук в руки, ответственно относиться к покупкам [1, 2]. Приобретенная одежда должна быть значима и отвечать личным внутренним ценностям, куда входит здоровый образ жизни, внимание к себе и окружающей среде. На сегодняшний день принципы устойчивого развития определяют модные тенденции. Быстрая мода прекращает быть иконой стиля. Технологичность и цифровизация являются тем направлением, которое с каждым годом только развивается [3, 4].

Для производства глобально конкурентных и востребованных изделий применяются только новые технологии с высоким потенциалом, имеющее стремительное развитие,

используются мультидисциплинарные знания, нестандартные подходы, материалы, методы и процессы.

У специалистов отрасли присутствует большой интерес к возможностям использования новейших технологий и цифровых систем [5].

В работе авторов предложены варианты внедрения новых технологий для повышения функциональности изделия. В частности, предложено использовать материалы с функцией проявления рисунка и светодиодную отделку для декорирования и, одновременно, для придания изделию сигнальной функции. В качестве дизайнерского решения рассмотрены светодиодные элементы и инновационные материалы. В качестве объекта для апробирования инновационных материалов выбран женский плащ, в котором использованы дополнительные технические элементы для выражения уникальности и необычности авторской идеи.

В качестве предложения по улучшению эстетических и эмоциональных впечатлений в изделие предлагается внедрить материал с особыми свойствами, а именно водочувствительный материал с проявлением рисунка. В процессе намокания материал меняет цвет при попадании влаги и воды (гидрохромная ткань). Материал изготовлен из микроволокна микрофайбер в состав которого добавлен водочувствительный пигмент (краска), обладающий свойством изменять цвет или становиться прозрачным при попадании влаги или воды, например, под дождем при намокании на ткани проявляется рисунок [5, с.3].

Другая гипотеза для выполнения принта на материале заключается в применении водоотталкивающих прозрачных пропиток с помощью, которых выполнялся тот или иной рисунок на ткани. Вода при попадании на ткань растекается, участки, на которые не была нанесена водоотталкивающая пропитка намокают, меняя цвет. Такой способ применим на гидрофильных материалах для того, чтобы ткань полностью не промокала, на изнаночную сторону материала можно наложить водозащитную эмульсию (рис.1).



Рис. 1. Проявление рисунка от воды

Предназначением световой подсветки изделия, является ее работа в вечернее время, для визуального привлечения внимания. В темноте такая светодиодная лента светится, в темное время суток делает человека более заметным для водителей и обеспечивает безопасность пешехода.

Световая подсветка на протяжении многих лет используется в качестве декора и для освещения.

В качестве световой подсветки были рассмотрены два варианта:

Светодиодная лента –цельная гибкая печатная плата, светодиоды у которой запаиваются на одинаковом расстоянии друг от друга и светят точками (рис. 2,а) [6, 7].

Плюсы: яркое точечное свечение ленты, низкое энергопотребление, регулирование яркостью и цветом.

Минусы: отсутствует пылевлагозащищенность, использование только в помещениях, отрез ленты только в специальном отмеченном месте, свечение до 180 градусов.

Гибкая светящаяся лента, покрытая гибким прозрачным полимером с наибольшим количеством светодиодов, находящаяся в пыле-влажностезащищенной прозрачной трубке ПВХ (рис. 2,б).

Плюсы: равномерное свечение, устойчивость к перепадам температур, простота установки, гибкость и эластичность, пылевлагозащитная, свечение на 360 градусов.

Минусы: необходим выпрямитель для питания светящегося элемента, ограниченная цветовая гамма.

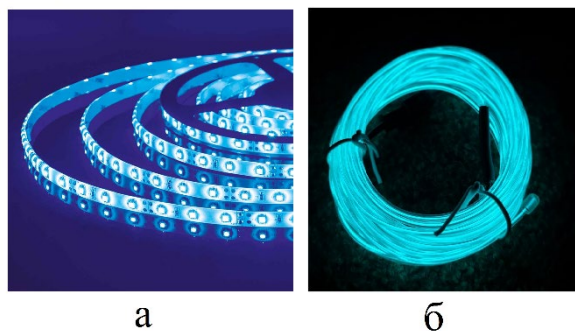


Рис. 2. Светящиеся элементы: а) светодиодная лента; б) лента, покрытая гибким прозрачным полимером

По результатам сравнения двух типов световой отделки, в проекте была выбрана лента, покрытая гибким прозрачным полимером из-за большого количества преимуществ и, исходя из условий эксплуатации.

Световая отделка плаща выполнена из круглой двухпроводной ленты, покрытой гибким прозрачным полимером голубого цвета холодного оттенка.

Выбранная лента состоит из гибкой ПВХ-трубки, покрытой люминофором, находящейся между двух спиралевидных электродов. Если на электроды подать высокое напряжение частотой в несколько килогерц, то люминофор будет светиться в электрическом поле, возникающем между ними. Электрический аналог такого шнура – последовательная RC-цепь. По конструкции шнур представляет собой просто протяженный конденсатор.

Так как в конструкции используется трансформатор, во время работы гибкой ленты, покрытой гибким прозрачным полимером, можно услышать небольшой писк. Следует пропитать трансформатор некоторыми лаками и залить парафином. Частота писка зависит от нагрузки трансформатора, чем длиннее шнур, тем ниже звук. Выбранная гибкая светящаяся лента имеет отличные технические характеристики, а именно:

- напряжение питания – 3 В;
- источник питания – постоянный ток;
- высокую гибкость и пыле- и влагозащищенность;
- диаметр трубки – 2,3 мм;
- цветовое решение – голубое;
- срок эксплуатации – не менее 5000 часов;
- 3 режима работы;
- температура цвета – от 2800 К до 6500 К.

Управляющая микросхема представлена на рисунке 3. Устройство обеспечивает возможность работы ленты, покрытой гибким прозрачным полимером в нескольких режимах, а именно:

1. Включен
2. Выключен
3. Мигает с низкой частотой
4. Мигает с высокой частотой.

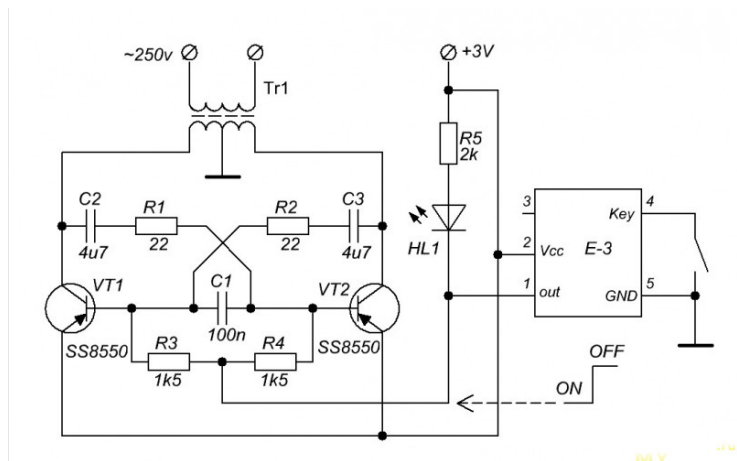


Рис. 3. Микросхема блока питания

Для работы светодиодной гибкой лентой необходим миниатюрный блок питания с преобразователем напряжения. Для безопасного использования световой отделки плаща необходимо изолировать блок питания внутрь плаща.

Для включения светодиодной гибкой лентой нужно соединить влагостойкие разъемы гибкой лентой и блока питания и нажать на кнопку включения и смены режима работы на блоке питания.

Обслуживание изделия можно проводить в специализированных химчистках. При загрязнении плаща необходимо разъединить блок питания и заизолировать разъем гибкой лентой специальной защитной заглушкой.

Устанавливать гибкую светящуюся ленту можно с помощью швейной лески или мононити методом нашивания на желаемые участки свечения. Ее можно прикрепить к бортам, лацканам, воротникам или нашивать на перед в виде узора.

Установить гибкую светящуюся ленту также можно в виде своеобразного канта, вложив светящуюся трубку в прозрачный материал-пленку и закрепить строчкой. Готовый кант можно вшить в борта и воротник. Расположение гибкой светящейся лентой влияет на место расположение блока питания, к которому она подключается. В разрабатываемой конструкции плаща, была предусмотрена швейная петля на дублированной детали лацкана для размещения блока питания. Схема внедрения гибкой светящейся лентой отображена в схеме (рис. 4).



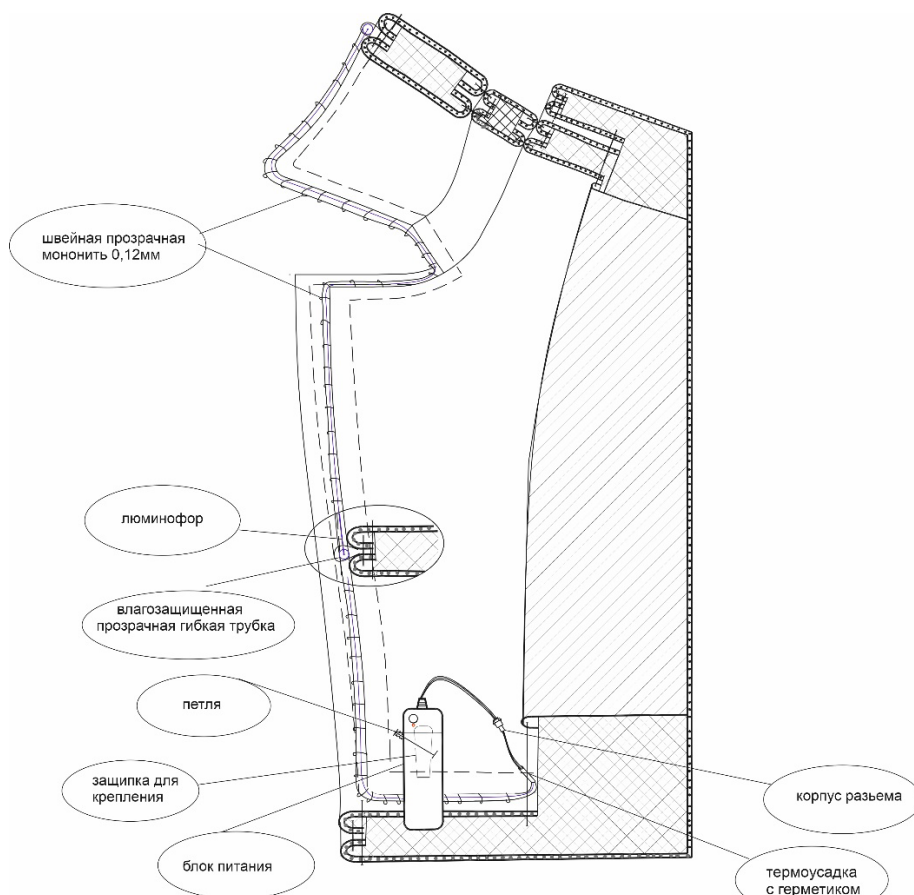


Рис. 4. Схема крепления гибкой светящейся ленты в швейное изделие

Гибкая светящаяся лента ночью, вечером и в пасмурную погоду смотрится очень ярко (рис. 5). Его можно использовать в качестве декора и в качестве осветительного элемента пешехода, ведь его свечение видно на далекие расстояния, невозможно спутать его с другими источниками света, туман ему не помеха. Эти качества делают гибкие светящиеся ленты важными элементами для обеспечения одежды разного назначения сигнальной функцией.



Рис. 5. Фото световой отделки плаща: а – вид спереди, б – вид сзади, в – вид слева

## ЛИТЕРАТУРА

1. Алибаева, А. С. Тенденции использования инновационного текстиля в современные практики дизайна одежды / А. С. Алибаева, Н. А. Володева, А. Б. Ибраева // Международный научно-исследовательский журнал. - 2019. - № 4. - С. 55-59.
2. Леонова Е.В., Калинина Л.Н. Разработка одежды для активного отдыха с элементами светодизайна и трансформации // Научный журнал "Костюмология", 2019 №4
3. Алибаева, А. С. Тенденции использования инновационного текстиля в современные практики дизайна одежды / А. С. Алибаева, Н. А. Володева, А. Б. Ибраева // Международный научно-исследовательский журнал. - 2019. - № 4. - С. 55-59.
4. Тухбатуллина Л.М., Сафина Л.А., Салахова Л.И. Создание трансформируемой одежды с использованием полимерных материалов // Вестник Технологического университета, 2015. Т.18. №7. С. 200-202
5. Гетманцева В.В., Белгородский В.С., Андреева Е.Г. Концепция интеллектуализации проектирования в индустрии моды //Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2022. № 2 (398). С. 140-146.
6. Рукавишников А. С., Соприкина Т. Н., Евсеева А. А. Применение светоизлучающих материалов в современном дизайне сценических костюмов // Научно-методический электронный журнал «Концепт». - 2016. - Т. 2. - С. 231-235.
7. Справочник по светотехнике / Под ред. Ю.Б. Айзенберга. – М: Изд-во «Знак», 2007. 972 с

**ПРЕДПРИЯТИЯ ЛЁГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ И КОММЕРЧЕСКИЕ ЗАКУПКИ:  
СЕКТОР РАБОТЫ С ГОСУДАРСТВЕННЫМИ ЗАКАЗЧИКАМИ.  
ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ АСПЕКТЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА УЧАСТИЯ В  
КОММЕРЧЕСКИХ ЗАКУПКАХ**

**LIGHT INDUSTRY AND COMMERCIAL PURCHASING: SECTOR OF WORK WITH  
STATE CUSTOMERS. ORGANIZATIONAL ASPECTS OF DESIGNING THE PROCESS  
OF PARTICIPATION IN COMMERCIAL PROCUREMENTS**

А.П. Киселев, А.В. Силаков  
A.P. Kiselev, A.V. Silakov

Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина  
(Технологии. Дизайн. Искусство) (Москва)  
Russian State University named after A.N. Kosygin (Technologies. Design. Art) (Moscow)  
E-mail: avsilakov@mail.ru

Рассмотрены некоторые организационные аспекты проектирования процесса участия предприятия лёгкой промышленности в коммерческих закупках, проводимых в соответствии с Федеральным законом № 223-ФЗ. Указанные закупки во многом схожи с государственными закупками, проводимыми в соответствии с Федеральным законом № 44-ФЗ, которые более детально освещены в литературе, но ряд принципиальных особенностей коммерческих закупок, таких как специфичное построение системы регламентации их проведения, актуализирует пересмотр подходов к проектированию процесса участия в них.

**Ключевые слова:** Государственные закупки, текстильная промышленность, цифровизация

Some organizational aspects of designing the process of participation of a light industry enterprise in commercial purchases carried out in accordance with Federal Law No. 223-ФЗ are considered. These purchases are in many ways similar to government purchases carried out in accordance with Federal Law No. 44-ФЗ, which are covered in more detail in the literature, but a number of fundamental features of commercial purchases, such as the specific construction of a system for regulating their conduct, actualize the revision of approaches to the design of the participation process in them.

**Keywords:** Public procurements, textile industry, digitalization, statistics

Последние годы потребительский рынок изделий лёгкой промышленности претерпевает крупные изменения, обусловленные рядом событий и факторов, что требует пересмотра предприятиями подхода к рынку, а также систему функционирования организационных процессов. Одной из наиболее ярких тенденций можно считать переход к платформенной экономике, обладающей набором преимуществ, особенно весомых в условиях непростой эпидемиологической обстановки и снижением привлекательности ритейла вследствие исчезновения популярных и востребованных операторов из торговых центров (во всех сегментах, включая заведения общественного питания, генерирующие трафик в ТЦ последние годы), связанного со сложной геополитической ситуацией.

Рынок B2B, для которого платформенная экономика не новость, а в частности: сектор работы с государственными организациями (предприятиями) на рынке коммерческих закупок, и, в особенности, рынок государственных закупок, являются на порядок более стабильными, что обусловлено рядом факторов: высокой степенью законодательного регулирования, достаточно долгосрочным горизонтом планирования, жёсткими условиями для заказчиков в смысле исполнения ими своих обязательств, а также интенсивным процессом цифровизации всего цикла осуществления закупок, благодаря которой предприятию легпрома предоставляется возможным выстроить процессы взаимодействия с системой закупок по

унифицированной схеме и автоматизировать производство таким образом, чтобы достичь наибольшей эффективности работы на рынке закупок.

Автором статьи были неоднократно рассмотрены особенности взаимодействия предприятий лёгкой промышленности и контрактной системы в сфере закупок (системы государственных закупок, регламентируемой Федеральным законом № 44-ФЗ), однако существует и иной порядок взаимодействия с государственными организациями (предприятиями) с целью реализации готовых изделий, сырья и полуфабрикатов. В частности, речь идёт о коммерческих закупках, регламентируемых Федеральным законом от 18.07.2011 № 223-ФЗ «О закупках товаров, работ, услуг отдельными видами юридических лиц».

Указанный закон регламентирует общий порядок осуществления закупок отдельными типами государственных организаций (предприятий). Разделение на законодательном уровне рынка государственных закупок, регламентируемых Федеральным законом № 44-ФЗ, и коммерческих закупок, регламентируемых Федеральным законом № 223-ФЗ, можно наиболее просто объяснить разными источниками финансирования госучреждений: 223-ФЗ регламентирует осуществление закупок учреждениями, финансируемых привлечёнными (в качестве дохода, гранта, средств, выплачиваемых по контракту субподряда и иными, предусмотренными законодательством) средствами. Отличительной особенностью таких закупок является высокая степень «децентрализации» правил, регламентирующих порядок взаимодействия сторон, как при возникновении договорных отношений, так и в период планирования осуществления закупки заказчиками. Так, например, Федеральный закон № 223-ФЗ устанавливает общий перечень способов определения поставщика (подрядчика, исполнителя) при осуществлении закупки и наиболее общие требования к ним, устанавливает основные требования к порядку описания, а также объем характеристик, подлежащих описанию [1]. Детальное описание порядка проведения закупок, требования к извещениям и документациям об их проведении, способам и порядку взаимодействия заказчиков с поставщиками устанавливают локальные нормативные акты, утверждаемые на уровне организации, представленные положением об осуществлении закупки. Неоспоримым преимуществом для всех участников закупок является централизация подхода к составлению положения о закупке, осуществляемая (в некоторых случаях) исполнительными органами власти для своих подведомственных подразделений.

Таким образом, при сходстве общего механизма осуществления закупок в закупках, регламентируемых 223-ФЗ, с механизмом в контрактной системой в сфере закупок, регламентируемой 44-ФЗ, существует большое количество различий в порядке и сроках осуществления отдельных действий, что напрямую влияет на порядке участия предприятиями в такой закупке, и, соответственно, требует отдельной разработки концептуального механизма участия в коммерческих закупках, представляющего собой набор процессов.

Как и в случае с контрактной системой в сфере закупок, коммерческие закупки, регулируемые Федеральным законом 223-ФЗ, делятся на конкурентные, осуществляемые по принципу конкурса или аукциона, и неконкурентные, подразумевающие, в большинстве случаев, простой механизм сотрудничества с каким-либо конкретным поставщиком (подрядчиком, исполнителем). Конкурсные закупки наиболее приоритетны для использования государственными заказчиками, что объясняется стремлением Правительства обеспечивать фундаментальные принципы, лежащие в основе построения системы государственных и коммерческих закупок: принцип информационной открытости закупки, принципу справедливости, принципу целевого и экономически эффективного расходования денежных средств.

В общем виде последовательность этапов осуществления конкурентных закупок идентична таковой в госзакупках: заказчики осуществляют годовое планирование, формируя и размещая план закупок, а также планирование конкретных закупок, обосновывая установленную максимальную цену, разрабатывая извещение, техническое описание и проект договора. Поскольку планирование потребностей заказчики обязаны осуществлять до 31

декабря предыдущего года, участники закупок заранее могут прогнозировать объём производства.

Для предприятия-участника закупки планирование продолжается и на этапе определения поставщика (подрядчика, исполнителя), который начинается с момента размещения заказчиком извещения о проведении закупки. Основу такого планирования составляет сбор и анализ данных, которые можно объединить в следующие группы:

- информация о товаре;
- условия участия в закупке: факторы, связанные с поставкой товара;
- условия участия в закупке: факторы, связанные с участием в самой закупке.

Источником информации о конкурентной среде в сфере закупок может послужить Единая Информационная Система в сфере закупок (ЕИС), где содержится вся информация о закупках [2].

Важно отметить, что именно этап планирования во многом определяет эффективность участия в закупке, так как именно на этом этапе оценивается целесообразность участия в закупке, закладывается объём издержек, формируется минимальная цена, по которой предприятие готово отгрузить товар, подготавливается заявка на участие в закупке, что обуславливает необходимость выстраивания приоритетов и понимания значимости обработки той или иной группы данных.

Здесь необходимо указать, что на этапе определения поставщика (подрядчика, исполнителя) наибольшим образом ощущается разница системы коммерческих закупок от системы госзакупок: унификация технического описания, единая схема порядка предъявления требований к участникам, единого регламента осуществления всех этапов закупки, присущие контрактной системе, сменяются на правила, установленные каждой организацией индивидуально. Соответственно, сложность, а значит, и значимость обработки отмеченных выше групп данных распределяется иным образом, что отражено в таблице ниже. Значимости, приведённые в таблице, установлены в соответствии с видением автора.

Таблица 1

Значимость обработки групп данных при участии в госзакупках и коммерческих закупках

Группа данных	Значимость обработки при участии в государственных закупках, регулируемых 44-ФЗ, %	Значимость обработки при участии в коммерческих закупках, регулируемых 223-ФЗ, %
Информация о товаре	45	30
Условия участия в закупке: факторы, связанные с поставкой товара	30	30
Условия участия в закупке: факторы, связанные с участием в самой закупке	25	40

Проектирование процесса участия в коммерческих закупках должно быть выстроено посредством разработки и внедрения программного комплекса, позволяющего автоматизировать мониторинг и анализ извещений о закупках, участие в закупках, связь между производственным сектором предприятия и сектором участия в закупках.

В общем виде такой комплекс должен включать в себя:

- базу данных производства;
- компонент определения годовой потребности заказчиков;
- компоненты мониторинга извещений о закупках по условиям и их анализа;

– компоненты, связанные с участием в закупке: подготовка заявки, её подача, участие в процедуре торгов;

– систему связей между программными компонентами.

– пользовательский интерфейс, подразумевающей ввод данных о той или иной закупке, коррекцию данных, полученных автоматически при мониторинге извещений.

Таким образом, сектор работы с государственными учреждениями в коммерческих закупках во многом схож с контрактной системой в сфере закупок, но отсутствие единого регламента осуществления закупок, системы предъявления требований к участникам закупок приводят к затруднению в области автоматизации участия в таких закупках. Безусловно, децентрализованный подход законодательства в установке правил требует детального исследования, но его целесообразность несколько неоднозначна по следующим причинам:

– Федеральный закон № 223-ФЗ развивается с тенденцией сближения с Федеральным законом № 44-ФЗ;

– положения, утверждаемые для каждой организации, всё чаще разрабатываются централизованно, на уровне органов исполнительной власти;

– коммерческие закупки, осуществляемые в соответствии с законом 223-ФЗ, присущи далеко не всем организациям, в то время как госзакупки, проводимые в соответствии с законом 44-ФЗ, проводятся всеми государственными учреждениями.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Добрецов Г.Б. Описание объекта закупки государственным заказчиком [Текст] / Добрецов Г.Б. // Вестник Тюменского государственного университета. Социально-экономические и правовые исследования – Тюмень : Тюменский государственный университет, 2021; Т.7 №3 (27) – С. 131-143. – ISSN 2411-7897

2. Киселев А.П., Силаков А.В. Оценка конкурентной среды при участии в государственных закупках предприятия текстильной промышленности: применение каталога товаров, работ, услуг в контрактной системе как инструмента автоматизации сбора данных [Текст] / Киселев А.П., Силаков А.В. // Сборник материалов Всероссийской научной конференции молодых исследователей «Экономика сегодня: современное состояние и перспективы развития (Вектор 2022)» – М. : ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина», 2022; Часть 2 – С. 221-226. – ISBN 978-5-00181-261-6

## ОЦЕНКА КАЧЕСТВА БОЕВОЙ ОДЕЖДЫ ПОЖАРНОГО И РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ЕЕ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ

### QUALITY ASSESSMENT OF FIRE FIRE CLOTHING AND RECOMMENDATIONS FOR ITS IMPROVEMENT

М.В. Киселева, А.Д. Голицына, А.В. Курденкова, Я.И. Буланов  
M.V. Kiseleva, A.D. Golitsyna, A.V. Kurdenkova, Ya.I. Bulanov

Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина  
(Технологии. Дизайн. Искусство) (Москва)  
Russian State University A.N. Kosygina (Technology. Design. Art), Moscow  
E-mail: mari.a.kiseleva@yandex.ru

**В работе выявлены основные показатели, влияющие на качество и безопасность боевой одежды пожарного (БОП-1), представлена топология износа одежды и изучен характер разрушения материалов. По итогам экспертизы качества БОП-1 предложен оптимальный вариант пакета одежды.**

**Ключевые слова:** боевая одежда пожарных, оценка качества, физико-механические свойства, огнестойкие материалы

**the paper identifies the main indicators that affect the quality and safety of firefighter combat clothing (BOP-1), presents the topology of clothing wear and studies the nature of the destruction of materials. Based on the results of the BOP-1 quality examination, the optimal version of the clothing package was proposed.**

**Key words:** firefighting clothing, quality assessment, physical and mechanical properties, fire-resistant materials

Безопасность играет главную роль при выполнении функциональных обязанностей пожарными. Ее обеспечивает качественная специальная одежда, обладающая характеристиками, позволяющими сохранить жизнь и здоровье человека при повышенных рисках при тушении пожаров.

Существует три основных вида: Боевая одежда пожарного (БОП), Специальная защитная одежда пожарных от повышенных тепловых воздействий (СЗО ПТВ), Специальная защитная одежда изолирующего типа (СЗО ИТ).

В работе проведено исследование топологии износа костюма БОП-1, так как он является самым часто используемым среди пожарных.

На БОП распространяется ГОСТ Р 53264-2009 «Техника пожарная. Специальная защитная одежда пожарного» также требования охраны труда.

В ГОСТ Р 53264-2009 «Техника пожарная. Специальная защитная одежда пожарного» норма для воздухопроницаемости отсутствует. Этот показатель является одним из основных в вопросе комфортности и удобства эксплуатации костюма.

В работе было проанализировано состояние костюмов в разные периоды эксплуатации (до 1 года, от 1 года до 3 лет и от 3 до 5 лет). Костюм, который был в эксплуатации полгода, не имеет видимых дефектов. На перчатках наблюдается растяжение резинки.

БОП, которым активно пользовались 2,5 года, имеет дефекты: сломанная молния на куртке, истирание ткани на рукаве до разрыва, расход строчки на светоотражающие ленты, расхождение шва подкладки в районе подмышечной впадины. На перчатках спустя год эксплуатации видны следы истирания, которые привели к разрыву по шву, отслоение верхнего защитного слоя материала, а также растяжение резинки. Перчатки далее непригодны для эксплуатации.

Костюм, который находился в эксплуатации 4 года, имеет следующие дефекты. На куртке можно отметить истирание и разрыв ткани подкладки в районе подмышечных впадин,



следы истирания и разрыв ткани на рукаве, разрыв резинки, отрыв светоотражающей ленты. На полукомбинезоне наблюдается отрыв бейки, истирание, выпадение люверса, отрыв светоотражающей ленты.

Полукомбинезон после периода эксплуатации, который составил 5 лет, имеет также все перечисленные выше повреждения. К ним добавилось повреждение защитного слоя ткани. Светоотражающая лента пришла в негодность, появились потёртости и трещины. На коленях наблюдается деформация и истирание ткани, а также разрушение защитного слоя, отсутствие бейки в районе застёжки, разрыв швов на липучке. В районе крепления лямки наблюдается разрыв швов с последующим отрывом деталей, а также дефекты на самой лямке.

Исследования методом микроскопии показали, что на лицевой стороне ткани брюк отчётливо видно переплетение ткани и крупные частицы защитного покрытия. На изнаночной же стороне большую часть материала составляют частицы защитного покрытия. На светоотражающей ленте можно увидеть трещины и сколы. На лямке наблюдаются разрушения нитей после трения. На полотнах видны кристаллизованные частицы пропитки. При исследовании перчаток со сроком эксплуатации 1 месяц выявлено, что дефектов не наблюдается. Однако стоит отметить, что верхний материал не воздухопроницаемый, а подкладка выполнена из флиса, из-за чего в данных перчатках крайне некомфортно работать.



Рис. 1. Фотографии боевой одежды пожарного после эксплуатации



Таблица 1

## Физико-механические свойства материалов для боевой одежды пожарных

Наименование показателя	Величина показателя
Поверхностная плотность внешнего слоя, г/м <sup>2</sup>	375
Поверхностная плотность 1 слоя подкладки, г/м <sup>2</sup>	210
Поверхностная плотность 2 слоя подкладки, г/м <sup>2</sup>	305
Поверхностная плотность 3 слоя подкладки, г/м <sup>2</sup>	309
Поверхностная плотность 4 слоя подкладки, г/м <sup>2</sup>	131
Линейная плотность внешнего слоя по основе, Текс	38
Линейная плотность внешнего слоя по утку, Текс	38
Линейная плотность 1 слоя подкладки по основе, Текс	28
Линейная плотность 1 слоя подкладки по утку, Текс	29
Линейная плотность 4 слоя подкладки по основе, Текс	15
Линейная плотность 4 слоя подкладки по утку, Текс	17
Количество нитей на 10 см внешнего слоя по основе	250
Количество нитей на 10 см внешнего слоя по утку	215
Количество нитей на 10 см 1 слоя подкладки по основе	240
Количество нитей на 10 см 1 слоя подкладки по утку	165
Количество нитей на 10 см 4 слоя подкладки по основе	260
Количество нитей на 10 см 4 слоя подкладки по утку	160
Толщина внешнего слоя, мм	0,52 ± 0,37
Толщина подкладки, мм	4,59 ± 3,28
Толщина 1 слоя подкладки, мм	0,26 ± 0,19
Толщина 2 слоя подкладки, мм	1,9 ± 1,36
Толщина 3 слоя подкладки, мм	2,28 ± 1,63
Толщина 4 слоя подкладки, мм	0,33 ± 0,24
Жесткость при изгибе внешнего слоя, мкН*м	4,70
Жесткость при изгибе подкладки, мкН*м	1,40
Жесткость при изгибе 1 слоя подкладки, мкН*м	2,74

Наименование показателя	Величина показателя
Жесткость при изгибе 2 слоя подкладки, мкН*м	0,32
Жесткость при изгибе 3 слоя подкладки, мкН*м	0,76
Жесткость при изгибе 4 слоя подкладки, мкН*м	1,90
Разрывная нагрузка по основе, кН	1,05
Lo, мм	36,44
Lo, %	18,23
Разрывная нагрузка по утку, кН	0,96
Лу, мм	31,89
Лу, %	15,95
Сопротивление раздиранию по основе, кН	0,12
Сопротивление раздиранию по утку, кН	0,12
Нагрузка при прорезании односторонним ножом, кН	0,009
Усилие прокола пикой, кН	0,011
Воздухопроницаемость подкладки, дм <sup>3</sup> /м <sup>2</sup> *с	78
Воздухопроницаемость внешнего слоя, дм <sup>3</sup> /м <sup>2</sup> *с	-
Водоотталкивающие свойства способом дождевания внешнего слоя, степень	1
Водоотталкивающие свойства способом дождевания 1 слоя подкладки, степень	2
Загрязняемость, %	5,34
Стойкость к истиранию внешнего слоя, циклы	15000
Стойкость к истиранию внешнего слоя по шву, циклы	4000
Испытания нагретой проволокой внешнего слоя, с	00:92
Испытания нагретой проволокой в 2 слоя, с	02:05

Мы предлагаем свой вариант пакета боевой одежды пожарного, состоящего из следующих материалов:

- материал верха - ткань синтетическая термостойкая из полиамидных волокон ТСТПВ с пропиткой;
- водонепроницаемый слой – «Силотекс-97»;
- теплоизолятор – холлофайбер АФ 150;
- теплоизолятор – ватин;
- гигиеническая подкладка – бязь.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Основные требования и рекомендации к боевой одежде пожарного // <https://protivpozhara.com/oborudovanie/ekipirovka/boevaja-odezhda-pozharnogo>
2. Текстильное материаловедение: лабораторный практикум: учебное пособие / Ю.С. Шустов, С.М. Кирюхин, А.Ф. Давыдов [и др.]. — 4-е изд., испр. и доп. — Москва : ИНФРА-М, 2021. — 357 с.

3. Техническая экспертиза продукции текстильной и легкой промышленности: учебное пособие / Давыдов А.Ф., Шустов Ю.С., Курденкова А.В. - Москва :Форум, НИЦ ИНФРА-М, 2014 - 384с.
4. Кирюхин С.М., Шустов Ю.С. Текстильное материаловедение. - М.: КолосС, 2011. — 360 с.
5. ТР ТС 019/2011 «О безопасности средств индивидуальной защиты»
6. ГОСТ Р 53264-2009 «Техника пожарная. Специальная защитная одежда пожарного»
7. Требования охраны труда
8. ГОСТ 11209 «Ткани для специальной одежды. Общие технические требования. Методы испытаний»

## ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ПЛАЩЕВЫХ МАТЕРИАЛОВ С РАЗЛИЧНОЙ ОТДЕЛКОЙ И ПРОПИТКОЙ

### QUALITY INDICATORS OF RAINCOAT MATERIALS WITH DIFFERENT FINISHES AND IMPREGNATION

Ю.О. Коберник, В.В. Гетманцева, Е.Г. Андреева  
Y.O. Kobernik, V.V. Getmantseva, E.G. Andreeva

Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина  
(Технология. Дизайн. Искусство) (Москва)  
Russian State University named after A.N. Kosygin (Technology, Design, Art) (Moscow)  
E-mail: kobernik.9494@mail.ru, getmantseva@inbox.ru

**Проведён эксперимент по определению влияния машинных стирок на показатели качества материалов, используемых в производстве зимней спортивной одежды. Показаны этапы проведения исследования и их результаты.**

**Ключевые слова:** текстильные материалы, ткани с мембраной, пропитка, отделка.

**An experiment to establish the effect of machine washing on the quality indicators of materials used in the production of winter sportswear has been conducted. The stages of the study and their results are shown.**

**Keywords:** textile materials, fabrics with membrane, impregnation, finishing.

В настоящее время на многих швейных предприятиях существует потребность в систематизации информации о новых текстильных материалах и их свойствах [1]. Использование таких массивов данных при разработке новых моделей одежды позволит сократить временные затраты на подбор материала. Гипотеза авторов исследования строится на возможности подбора материала из массива данных для обеспечения необходимой и востребованной функции изделия. Учёт всех особенностей пакета материалов позволит рационально спроектировать одежду, отвечающую требованиям, предъявляемым к ней со стороны потребителя. Для решения поставленной задачи, разрабатывается база данных текстильных материалов, которые можно использовать при изготовлении зимних спортивных изделий. Структура базы включает в себя несколько уровней. Выбор пакета материалов относится ко второму уровню [2]. Для наполнения данного уровня информацией был проведён разведывательный эксперимент по определению показателей качества плащевых материалов с различной отделкой и пропиткой.

Показателем износостойкости материалов с мембраной является их способность противостоять разрушающим факторам. При эксплуатации швейных изделий, изготовленных из мембранных тканей, на них действует свет, влага, растяжение, сжатие, изгиб, трение, стирка, химчистка, повышение и понижение температуры и другие условия эксплуатации. В наибольшей степени одежда из мембранных тканей изнашивается от многочисленных стирок и разрушается от действия трения [3].

Для проведения эксперимента было отобрано 4 вида материалов различного способа производства, с различной комбинацией отделок и пропиток:

- Yellow Cosmos 3000/3000 WR PU Breathable (98%Полиэстер 2%Полиуретан)
- For-Skyline WR Breathable 3000/3000 Antistatic -Denim ld B (100% Полиэстер)
- Had-Nordvik-Teflon TPU - Black Blue (19-4015) ld A (100% Полиэстер)
- For-Brooklin -(ph200)-WR PU Milky 1000 - Smoked Pearl (18-0000) (100% Полиэстер)

Машинная стирка наиболее часто применяется в качестве способа ухода за швейными изделиями. Она обеспечивает механическое, физическое и химическое воздействие на материал.

Проверка водозащитных свойств, отобранных материалов, осуществлялась на протяжении 5-ти стирок контролем показателя водоотталкивания (WR) и водоупорности (PU) материалов. Стирки материалов осуществлялись в деликатном режиме при температуре воды 30° с применением геля для стирки Salton CleanTech. Данное средство предназначено для мембранных тканей, тканей с пропиткой, спандекс и микрофибры. По данным производителя гели Salton CleanTech сохраняет функциональные свойства мембранных тканей и не забивает поры мембраны.

Водотталкивание. Исследование наличия WR пропитки у материалов проводилось методом дождевания. Для этого применялся прибор, представленный на рисунке 1а, где 250 мл дистиллированной воды наливается в воронку, из которой вода с высоты 15 см орошает образец, расположенный под углом 45°.



а)

Состояние образца	Оценка, условные единицы	Оценка, баллы
На поверхности пробы не остаются капли	100	5
К поверхности пробы прилипли отдельные маленькие капли	90	4,5
Проба смачивается легко, но смоченная поверхность меньше, чем 1/3 часть всей пробы	80	4
Намокание пробы превышает 1/3 часть поверхности, но не распространяется на всю поверхность	70	3,5
Намокает вся лицевая сторона пробы, но на изнаночной стороне отсутствуют пятна намокания	60	3
Намокает вся лицевая сторона пробы, а на изнаночной стороне показываются лишь небольшие пятна намокания	50	2
Намокают обе стороны пробы	0	1

б)

Рис.1. Исследование наличия WR пропитки:

а) прибор для определения wt пропитки;

б) данные для оценки поверхности материала методом дождевания.

После проведения испытания, образцы оценивались в условных единицах [4] или баллах в зависимости от состояния намокшей поверхности ткани (рис.1б). Фрагмент присвоение баллов материалу после испытания методом дождевания представлен в таблице 1.

Таблица 1

Фрагмент присвоение баллов материалу после испытания методом дождевания



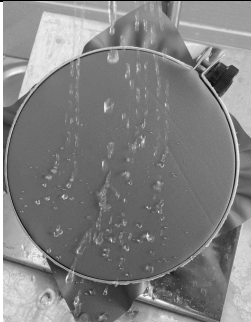

Фото во время испытания	Фото после испытания	Материал	Описание состояния образца	Присвоенный балл
		Had-Nordvik-Teflon TPU - Black Blue (19-4015) Id A	К поверхности пробы прилипли отдельные маленькие капли воды	4,5

Фото во время испытания	Фото после испытания	Материал	Описание состояния образца	Присвоенный балл
		For-Brooklin -(ph200)-WR PU Milky 1000 - Smoked Pearl (18-0000)	Намокает 80% лицевой стороны пробы, на изнаночной стороне показывается лишь не большие пятни намокания	2

На рис. 2 представлены графики зависимости показателя WR от количества стирок.

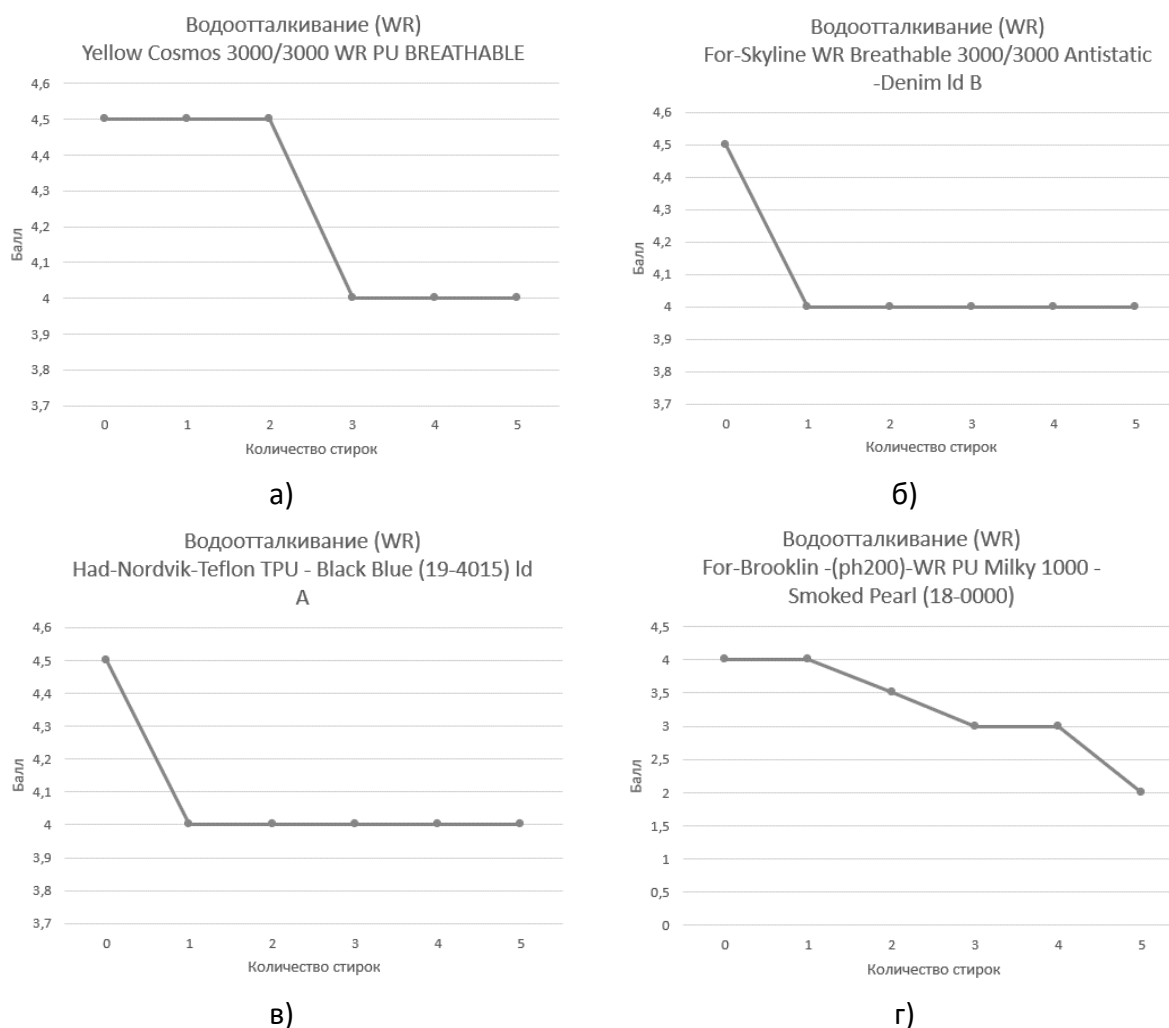


Рис. 2. Графики зависимости показателя WR от количества стирок:  
 а) материал Yellow Cosmos 3000/3000 WR PU Breathable  
 б) материал For-Skyline WR Breathable 3000/3000 Antistatic -Denim Id B  
 в) материал Had-Nordvik-Teflon TPU - Black Blue (19-4015) Id A  
 г) материал For-Brooklin -(ph200)-WR PU Milky 1000 - Smoked Pearl (18-0000)

Проанализировав полученные данные, можно сделать вывод, что показатель водоотталкивания у материалов, перечисленных ниже, после пяти стирок упал на 0,5 балла:

- Yellow Cosmos 3000/3000 WR PU Breathable;
- For-Skyline WR Breathable 3000/3000 Antistatic -Denim Id B;
- Had-Nordvik-Teflon TPU - Black Blue (19-4015) Id A.

Представленные материалы с пропиткой WR сохранили свойства водоталкивания после нескольких машинных стирок. Показатель 4 балла является ориентиром для выбора данных тканей при пошиве верхней зимней спортивной одежды.

Показатель водоотталкивания у материала For-Brooklin -(ph200)-WR PU Milky 1000 - Smoked Pearl (18-0000) после пяти стирок упал на 2 балла. Это свидетельствует том, что пропитка WR утратила свои свойства после нескольких машинных стирок. Ориентируясь на данный показатель, материал не рекомендуется использовать при пошиве верхней зимней спортивной одежды, которая будет эксплуатироваться в условиях с повышенной влажностью.

На рисунке 3 представлен график сравнения показателя WR всех отобранных образцов материалов, где наглядно видно разницу изменения свойства водоотталкивания в баллах.

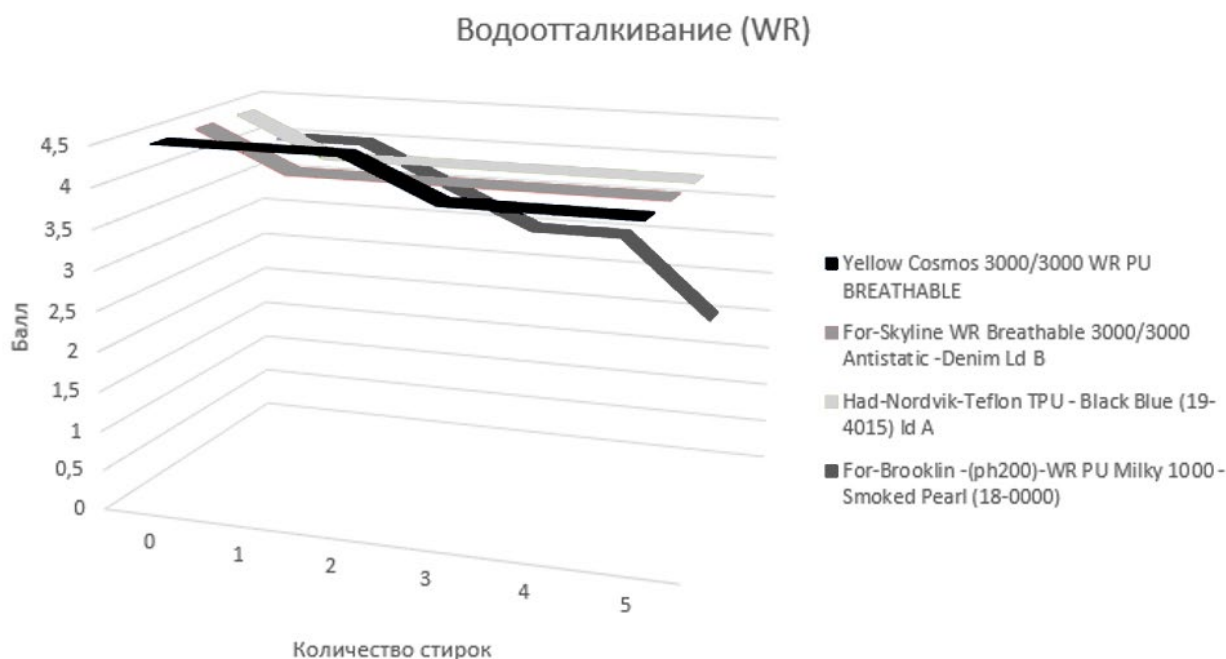


Рис. 3. График сравнения показателя WR всех образцов материалов

**Водоупорность.** Исследование проверки водоупорности PU материалов проводилось при помощи прибора по определению стойкости тканей и пленок к проникновению воды под давлением путем надежного закрепления в фиксаторе стандартной площади [5].

На рисунке 4 представлены графики зависимости показателя водоупорности (PU) от количества стирок.

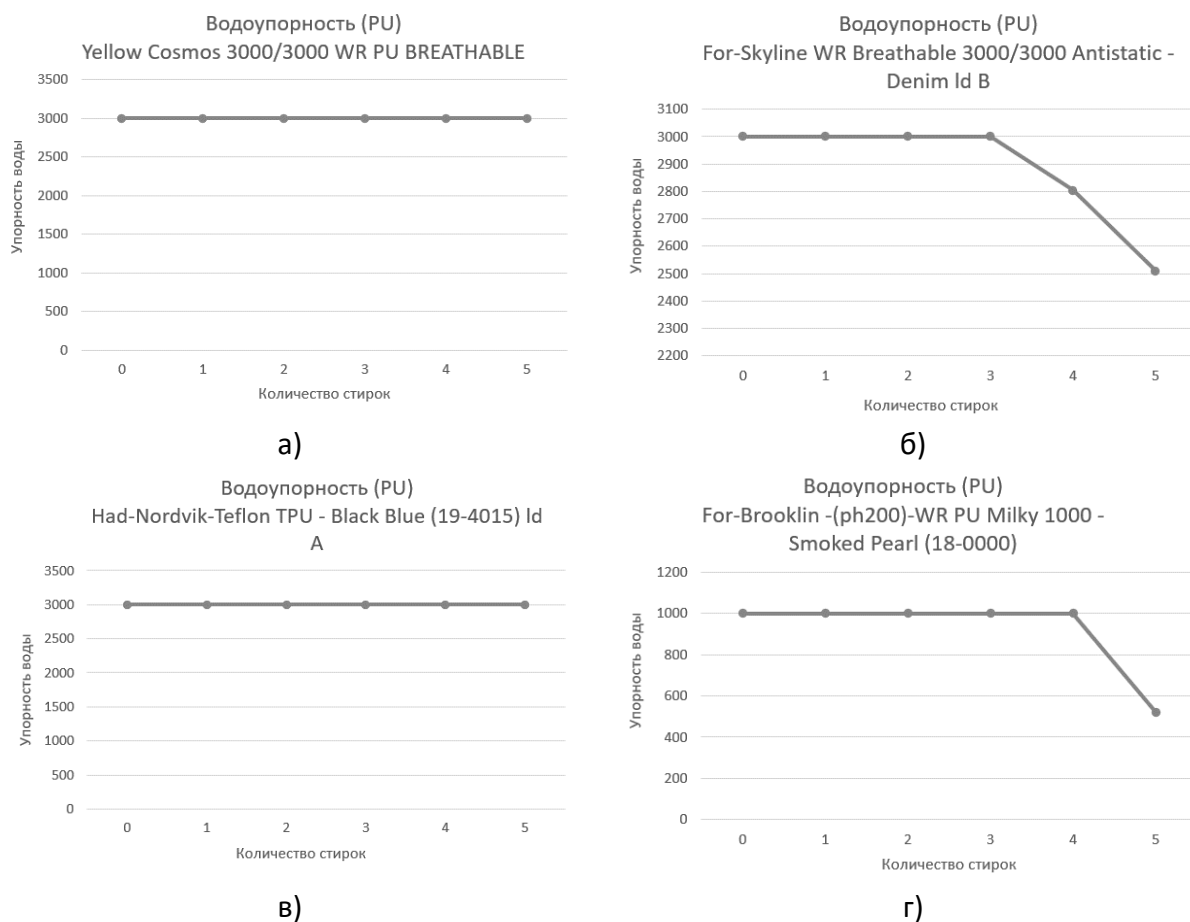


Рис. 4. Графики зависимости показателя водоупорности (PU) от количества стирок:

- а) материал Yellow Cosmos 3000/3000 WR PU Breathable
- б) материал For-Skyline WR Breathable 3000/3000 Antistatic -Denim Id B
- в) материал Had-Nordvik-Teflon TPU - Black Blue (19-4015) Id A
- г) материал For-Brooklin -(ph200)-WR PU Milky 1000 - Smoked Pearl (18-0000)

Проанализировав полученные результаты, можно сделать вывод, что показатели водоупорности у материалов после пяти стирок следующие:

- Yellow Cosmos 3000/3000 WR PU Breathable не изменился и сохранил свойства водоупорности;
- For-Skyline WR Breathable 3000/3000 Antistatic -Denim Id B снизился на 490 мм вод.ст. (16%);
- Had-Nordvik-Teflon TPU - Black Blue (19-4015) Id A не изменился и сохранил свойства водоупорности;
- For-Brooklin -(ph200)-WR PU Milky 1000 - Smoked Pearl (18-0000) снизился на 520 мм вод.ст. (52%). Механическое и химическое воздействие на материал во время стирки снизили водоупорные свойства ткани, что привело к разрыву в мембране. Так же возможно, что при производстве материала не была сохранена точная технология изготовления.

Для определения устойчивости материалов к истиранию применяется метод Мартиндейла [6, 7, 9,10].

Вывод. Сравнив показатели водоотталкивания и водоупорности можно выделить два материала, которые, независимо от вида мембраны, подтвердили свои высокие водозащитные свойства, сохраняющиеся после пяти машинных стирок, и соответственно будут сохранены при эксплуатации:

- Yellow Cosmos 3000/3000 WR PU Breathable;
- Had-Nordvik-Teflon TPU – Black Blue (19-4015) Id A.



Показатели истираемости данных образцов соответствуют заваленным данным производителя и при увеличении циклов возникает начало разрушения структуры материалов.

Материал For-Skyline WR Breathable 3000/3000 Antistatic –Denim Id B показал высокие водоотталкивающие свойства, но существенное снижение водоупорности после пяти стирок.

Материал For-Brooklin –(ph200)-WR PU Milky 1000 – Smoked Pearl (18-0000) показал существенное снижение водозащитных свойствах после пяти физико-механических воздействий (стирок). Материал выдерживает не более 20000 циклов. При увеличении циклов происходит разрушение структуры.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Гетманцева В.В., Белгородский В.С., Андреева Е.Г. Концепция интеллектуализации проектирования в индустрии моды // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2022. № 2 (398). С. 140-146.
2. Коберник Ю.О., Гетманцева В.В. Исследование ассортимента материалов для зимней спортивной одежды // Территория новых возможностей. Вестник Владивостокского государственного университета экономики и сервиса. 2022. Т. 14, № 2. С. 168–176. DOI: <https://doi.org/10.24866/VVSU/2073-3984/2022-2/168-176>
3. Патент №2693832 Российская Федерация, МПК 61L 15/18 (2006.01), B82B 1/00 (2006.01), A61F 13/02 (2006.01). Текстильный нетканый многослойный электропрядный материал с повышенными износостойкостью и стойкостью к воздействию моющих средств и способ его получения: № 2018134980: заявл.04.10.2018: опубл.05.07.2019 Бюл. №19/ Антипов М.В., Болотин М.Г. – 17 с.
4. ГОСТ 30292-96 (ИСО 4920-81). Полотна текстильные. Метод испытания дождеванием [Текст]. – введ. 01.07.1999 г. – М.: Изд-во стандартов, [1998]. – 7 с.
5. ГОСТ Р 51553-99. Материалы текстильные. Метод определения водоупорности. Испытание гидростатическим давлением [Текст]. – введ. 29.12.1999 г. – М.: Изд-во стандартов, [2000]. – 4 с.
6. Переслегина Е.А., Конопелько Л.А. Проверка соответствия фактических показателей абразивного материала для истирания спецодежды характеристикам, приводимым в стандарте// Материалы XLIX научной и учебно-методической конференции – 2020 – с. 204-206
7. ГОСТ Р ИСО 12947-2-2011. Материалы текстильные. Определение стойкости к истиранию методом Мартиндейла. Часть 2. [Текст]. – введ. 12.09.2011 г. – М.: Изд-во стандартов, [2013]. – 12 с.
8. Пушнова Л.С., Тюменев Ю.Я. Анализ методов испытаний и приборов для определения устойчивости текстильных полотен к истиранию// Материалы международной научной конференции. В 2-х частях. – г. Витебск - 2011 – с. 105-107
9. Метротекс. – Текст: электронный//Устройство для определения устойчивости к истиранию и пиллингуемости (типа Мартиндейла) МТ 191 (на 4 образца): [<https://www.metrotex.ru>]. - URL: <https://www.metrotex.ru/products/mt-191> (дата обращения 15.05.2022).
10. ГОСТ Р ИСО 12947-1-2011. Материалы текстильные. Определение стойкости к истиранию методом Мартиндейла. Часть 1. Устройство для испытания по методу истирания Мартиндейла [Текст]. – введ. 12.09.2011 г. – М.: Изд-во стандартов, [2013]. – 12 с.

## АВТОМАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА РЕГУЛИРОВАНИЯ УРОВНЯ ЖИДКОСТИ В АППАРАТЕ ИСКУССТВЕННОЙ ПОГОДЫ

### AUTOMATIC LIQUID LEVEL CONTROL SYSTEM IN THE ARTIFICIAL WEATHER APPARATUS

Ю.С. Комбаров, М.В. Годунов, Д.В. Масанов, С.Н. Виниченко  
Y.S. Kombarov, M.V. Godunov, D.V. Masanov, S.N. Vinichenko

Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина  
(Технологии. Дизайн. Искусство) (Москва)  
The Kosygin State University of Russia, Moscow)

E-mail: kombarov-yus@rguk.ru, godunov-mv@rguk.ru, masanov-dv@rguk.ru,  
vinichenko-sn@rguk.ru

Данная работа посвящена анализу разработанной системы контроля и регулирования уровня жидкости в предложенном варианте автоматизации аппарата искусственной погоды, а также рассмотрен комплекс технических средств, позволяющий осуществлять их взаимодействие между собой.

**Ключевые слова:** автоматизация климатической камеры, имитация атмосферных условий, регулирование уровня.

**This work is devoted to the analysis of the developed system for monitoring and regulating the liquid level in the proposed version of the automation of the artificial weather apparatus, and also considers a set of technical means that allows them to interact with each other.**

**Keywords:** climatic chamber automation, atmospheric conditions simulation, level control.

Выработка качественных текстильных материалов позволит в значительной мере снизить зависимость легкой промышленности от импортных поставок, а также повысить конкурентоспособность изделий на рынке товаров. При этом основными показателями качества материалов должны выступать такие параметры, как устойчивость к износу, старению и ухудшению первоначальных свойств [5].

Разработка системы автоматического регулирования технологического процесса старения текстильных материалов в аппарате искусственной погоды позволяет наглядно оценить и собрать статистические данные об уменьшении прочности, снижении стойкости к истиранию, пожелтении и выцветании окраски или в полном разрушении материалов и т.д.

Вариант аппарата искусственной погоды [4] (рис 1.) представляет собой систему, состоящую из рабочей камеры, откуда жидкость поступает в установку через трубки орошения или через клапан нижнего наполнения, и включает в себя: 1 – емкость выравнивания уровня жидкости; 2 – воздушный клапан; 3 – камера видеофиксации; 4 – лампы дневного ультрафиолетового света; 5 – датчик температуры и влажности; 6 – клапан для нижнего наполнения; 7 – клапан для душа; 8 и 11 – насосы; 9 и 12 – уровень жидкости; 10 – экспериментальный материал; 13 – датчик уровня жидкости; 14 – блок электронного управления; 15 – кнопка вкл/выкл.

Для регулирования уровня наполнения добавлена дополнительная емкость, соединённая с основной камерой коллектором по принципу сообщающихся сосудов. При этом вспомогательная емкость оборудована поплавковым датчиком уровня жидкости, который регулирует работу насоса, поддерживая постоянное количество жидкости в рабочем сосуде [1].

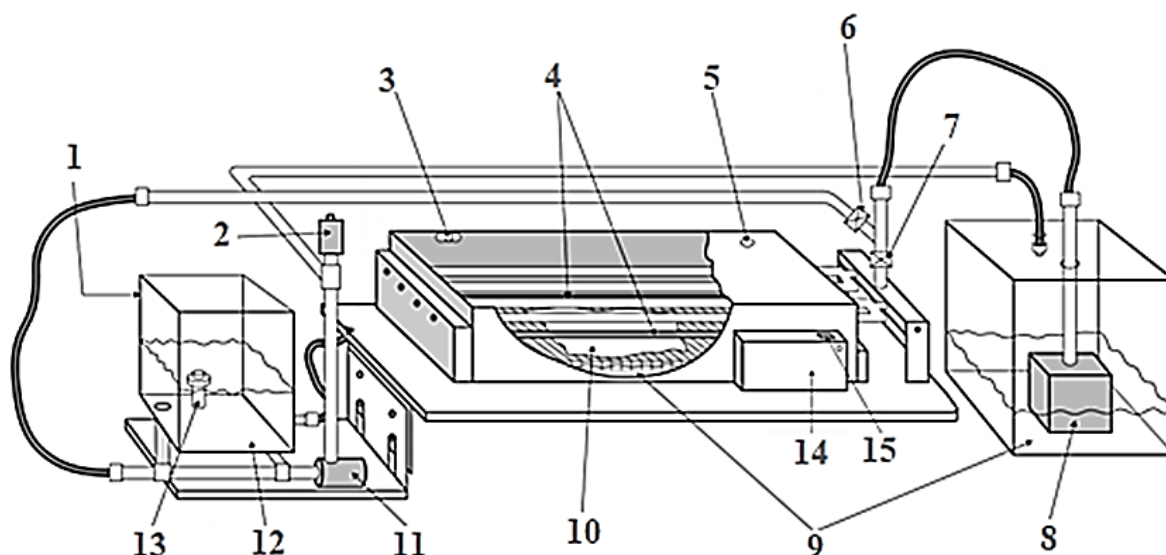


Рис. 1. Вариант аппарата искусственной погоды

Датчик уровня жидкости в установке служит для предотвращения переливания жидкости в стальном шкафу, при необходимости активируя систему центробежного насоса, возвращающую воду через сливную воронку в сосуд.

Источником же искусственного излучения в подобных установках зачастую выступают угольно-дуговые, ртутно-кварцевые, люминесцентные или ксеноновые лампы.

Камера способна поддерживать два режима работы, имитирующие атмосферные условия вне помещения и в помещении.

Так при имитации условий вне помещений опытные образцы помещаются на решетку под люминесцентные и ультрафиолетовые лампы, имитирующие солнечное излучение [2]. Одновременно они омываются жидкостью с помощью стальных трубок орошения дождевальным методом. При этом вода, протекая через лампы попадает на образцы, после чего на дно рабочей камеры, и перетекает в сливную воронку, из которой по принципу сообщающихся сосудов попадает во вторую рабочую емкость, где установлен поплавковый датчик уровня жидкости (рис. 2.) [6].

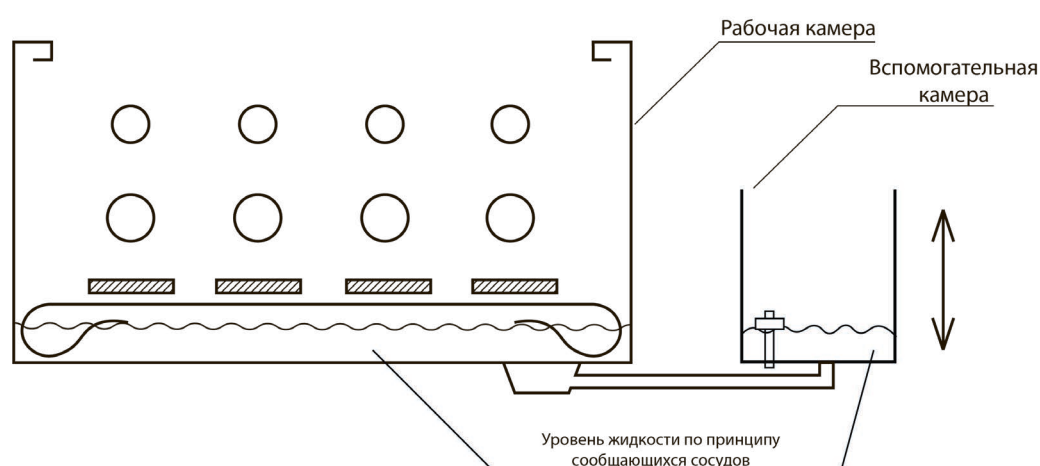


Рис. 2. Камеры аппарата искусственной погоды

При подъёме поплавка включается насос, закрывается душевой клапан и жидкость перемещается обратно в воронку.

Вторая рабочая емкость регулируется по высоте таким образом, чтобы уровень жидкости не превышал  $\frac{2}{3}$  расстояния от дна основной рабочей камеры.

При имитации атмосферных условий в помещении повышения уровня влажности в рабочей зоне достигается подачей жидкости в основную рабочую емкость через клапан нижнего наполнения и сливную воронку. Поддержание уровня также регулируется поплавковым датчиком находящийся во второй рабочей камере [3]. При превышении уровня жидкости закрывается клапан для нижнего наполнения и активируется центробежный насос.

Как показано на рис. 3, разработанная схема регулирования уровня жидкости в рабочей камере, не зависимо от режимов работы аппарата искусственной погоды, представляет собой одноконтурную систему контроля уровня жидкости в камере. Элемент случайного воздействия Random Number представляет собой то количество жидкости, которое может подаваться в контейнер. Элемент Product выполняет роль клапана, который переключает подачу жидкости, когда она доходит до критических точек. Включение и отключение насоса для откачки жидкости осуществляется реле.

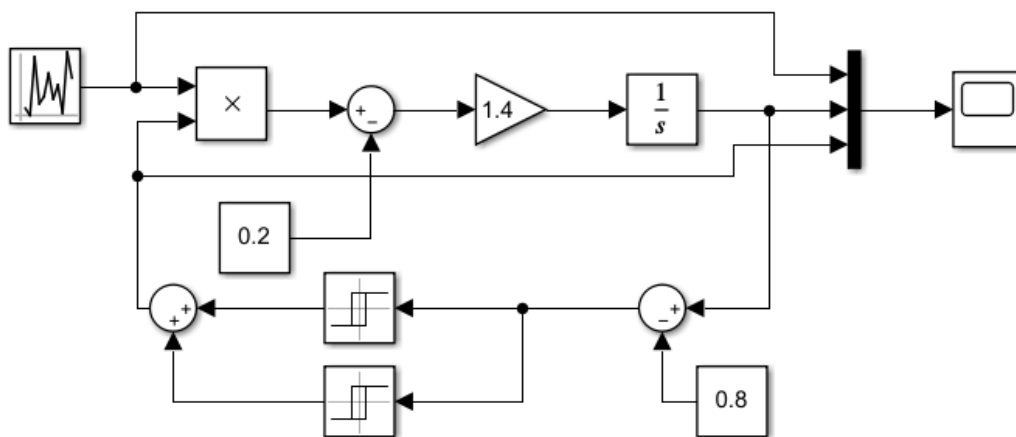


Рис.3. Схема регулирования уровня жидкости в рабочей камере

Когда достигается определенное заданное или критическое верхнее значение уровня, которое представляет собой 1,15 см, включается насос, откачивающий содержимое контейнера до крайнего нижнего параметра датчика уровня жидкости, который составляет 0,8 см, после чего он выключается, и вода снова прибывает (рис. 4.).

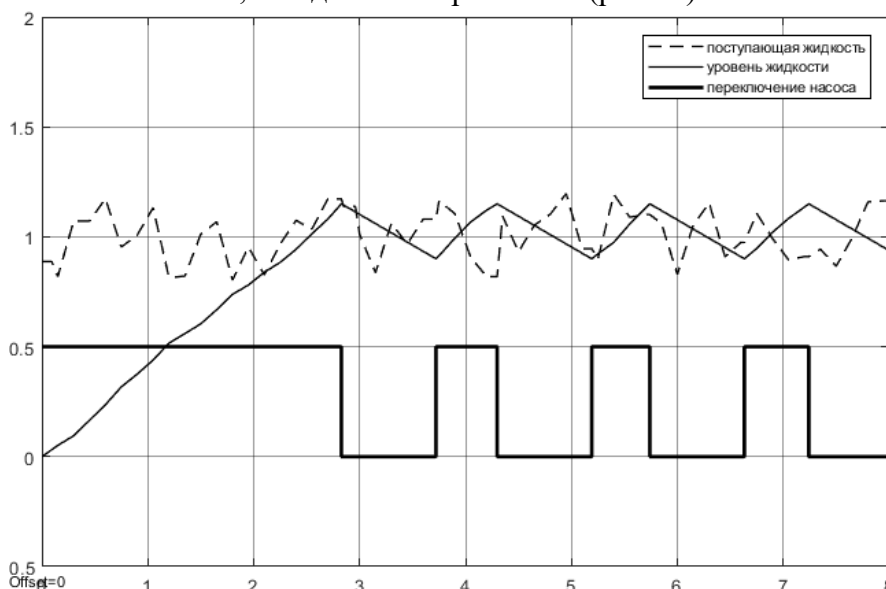


Рис. 4. График изменения уровня жидкости

Взаимодействие всех технических средств разработанной системы управления осуществляется через ПЛК (программируемый логический контроллер), представляющий собой мини компьютер Raspberry Pi 4, к которому подключаются датчик температуры и

влажности, датчик уровня жидкости и вспомогательная плата, от которой в свою очередь запитаны два насоса, а также управление лампами и переключение клапанов (рис. 5.). Значения с ПЛК поступают на ПК оператора и сервер, где сохраняются все данные.

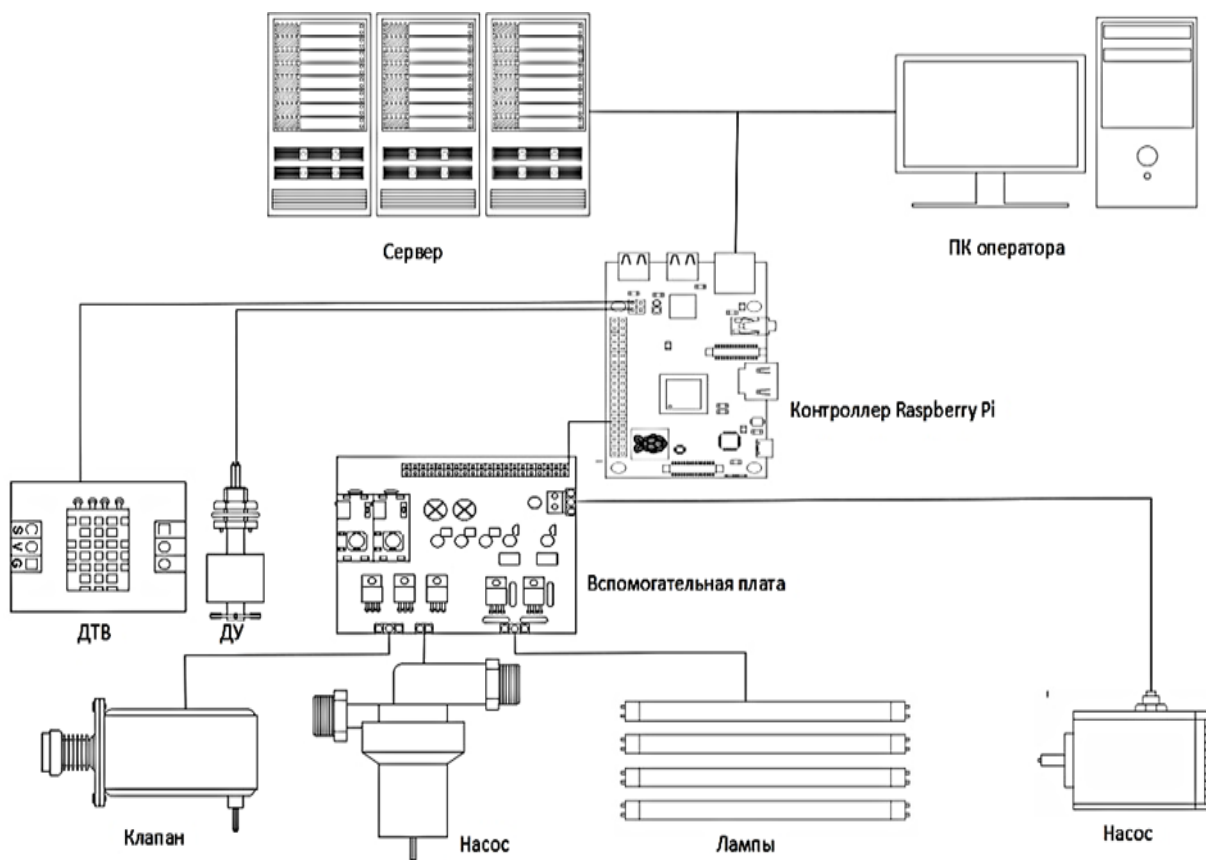


Рис. 5. Схема системы управления

Регулирование направления воды осуществляется с помощью ПЛК, слив воды из основной камеры происходит при помощи вентиля, который расположен на трубах установки. Так на аналоговый вход ПЛК приходят сигналы от датчиков температуры и влажности, а на дискретный — сигнал от датчика уровня жидкости.

Наличие в климатической установке камеры, позволяет фиксировать результаты с заданным интервалом времени в определенном разрешении. Измерение температуры и влажности производится в течение всего эксперимента или с определенным промежутком времени. Все полученные данные сохраняются в персональном компьютере оператора, где так же можно настроить способы измерения и получения данных с датчиков и камеры.

#### Выводы

Разработанная система автоматизации регулирования и контроля технологических параметров в аппарате искусственной погоды, позволяет не только осуществлять рабочие измерения температуры и влажности, фотофиксацию изменения цвета и фактуры материала, но и контролировать уровень жидкости в рабочей камере, обеспечивая тем самым необходимую длительность процесса исследования.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Тетин Е.Н., Фирсова С.А. Реализация статистического контроля качества при проведении испытаний образцов техники. Огарёв-Online. 2018. № 14 (119). С. 1.
2. Давыдов А.Ф., Юрцев О.О. Исследование стойкости тканей для пошива специальной одежды. Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2011., №6, стр. 10-12.
3. Коробов Н.А., Буйлов П.В. Учет влагосодержания волокнистых материалов при измерении его массы емкостным методом. Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2011, №6, стр. 17-21.
4. А.С. Олдырева. Разработка методики повышения климатической устойчивости обуви из войлока: дис. ... канд. техн. наук: 05.19.05. – Моск. Гос. Университет дизайна и технологии, Москва, 2013 – 131 с.
5. Березенко Н.П. и др., Устройство для контроля влажности волокон и нитей. Авторское свидетельство SU 1550406 А1, 15.03.1990. Заявка №4391187 от 14.03.1988.
6. Брут-Бруляко А.Б., Кравченко В.Г., Таратин М.Ю. Контроль влажности текстильных материалов. Научный вестник костромского государственного технологического университета. 2009, №2. стр. 6.

## **ОЦЕНКА ФОТОКАТАЛИТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ИНТЕРФЕРЕНЦИОННЫХ ПИГМЕНТОВ НА ОСНОВЕ ГИБРИДНЫХ ОКСИДОВ**

### **EVALUATION OF PHOTOCATALYTIC PROPERTIES OF INTERFERENCE PIGMENTS BASED ON HYBRID OXIDES**

Е.Д. Коробова, Н.В. Дащенко  
E.D. Korobova, N.V. Dashchenko

Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна  
Saint Petersburg State University of Industrial Technologies and Design  
E-mail: elizaveta.korobova20@yandex.ru, dnv77@mail.ru

С целью получения специального покрытия на текстильных материалах с устойчивым эффектом самоочищения в настоящей работе синтезированы интерференционные пигменты и титансодержащие золи, изучена их фотокаталитическая активность в свободном состоянии и в составе покрытий различной химической природы, проведена оценка устойчивости специального покрытия к многократным стиркам.

**Ключевые слова:** фотокаталитические свойства, наноразмерный диоксид титана, самоочищающиеся покрытия

In order to obtain a special coating on textile materials with a stable self-cleaning effect, interference pigments and titanium-containing sols were synthesized in this work, their photocatalytic activity in the free state and in the composition of coatings of various chemical nature was studied, the stability of the special coating to repeated washing was evaluated.

**Keywords:** photocatalytic properties, nanoscale titanium dioxide, self-cleaning coatings

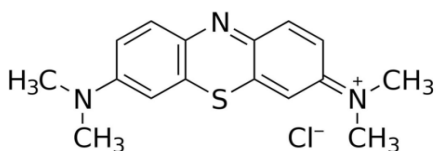
Использование наноматериалов в текстильной и легкой промышленности открывает множество новых возможностей и преимуществ для потребителей и производителей [1, с. 184]. В настоящее время особое внимание привлекают текстильные материалы с эффектом самоочищения. Благодаря этим свойствам использование таких тканей позволяет снизить расход воды, необходимой для стирки одежды, также они обладают грязеотталкивающими и противомикробными свойствами.

Эффекта самоочищения можно достичь за счёт нанесения на текстильные материалы наночастиц диоксида титана [2, с. 99]. 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 [3, с. 3].

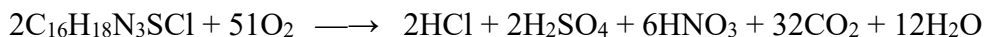
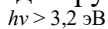
Наночастицы диоксида титана можно получать в составе интерференционных пигментов, в которых он находится в наноразмерных слоях в кристаллической форме анатаза, или в форме титансодержащих золь-гелей.

В работе были синтезированы интерференционные пигменты на основе гибридных оксидов  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  золь-гель методом [4, с. 21].

Исследование фотокаталитической активности пигментов проводили фотоокислением пигментов в свободном виде (не закрепленным на субстрате), а также закрепленных на поверхности текстильного материала в составе покрытия. Модельным загрязнителем для данного эксперимента был выбран краситель метиленовый голубой (МГ). Метиленовый голубой – органический краситель тиазинового ряда



Его фотохимическая деструкция протекает по схеме:



Для оценки фотокаталитических свойств синтезированных пигментов состава  $\text{SiO}_2/\text{TiO}_2$ ,  $\text{SiO}_2/\text{TiO}_2/\text{Fe}_2\text{O}_3$  и  $\text{SiO}_2/\text{Fe}_2\text{O}_3$  в свободном состоянии навески помещали в чашки Петри и заливали раствором МГ, затем помещали под УФ-лампу и облучали. Измерение оптической плотности растворов МГ с пигментами проводилось каждые 20 минут. По полученным данным строили зависимость оптической плотности раствора МГ от времени облучения в реакции фотокаталитического окисления, представленную на рис. 1.

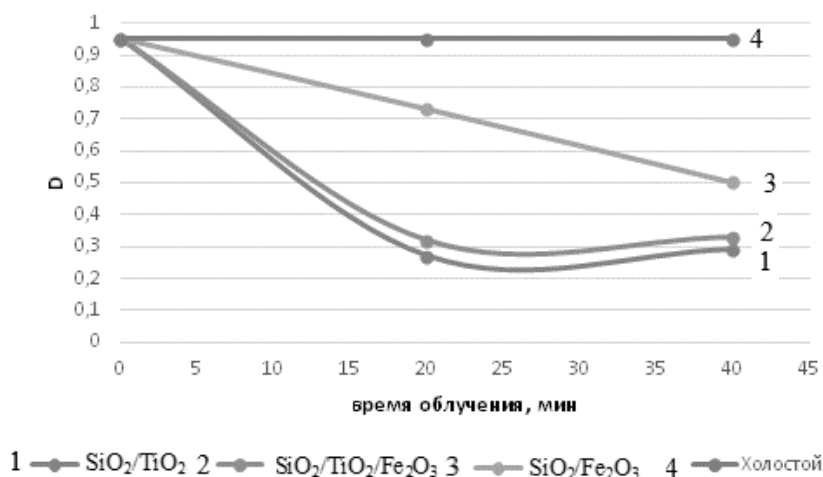


Рис. 1. Зависимость оптической плотности раствора МГ от времени в реакции фотокаталитического окисления на интерференционных пигментах

Анализ полученных экспериментальных данных свидетельствует о том, что наноразмерные интерференционные пигменты в свободном состоянии демонстрируют высокую скорость ФК окисления модельного раствора, поскольку сильное снижение интенсивности окраски наблюдается за 20 - 30 мин облучения.

С целью создания самоочищающегося покрытия на текстильном материале с использованием синтезированных интерференционных пигментов необходимо приготовить композицию на основе специальных акриловых и сополимерных связующих, способных прочно связывать частицы пигмента в покрытие и с поверхностью текстильного материала. Для оценки влияния природы связующего на фотокаталитическую активность закрепленных в его пленке интерференционных пигментов приготовили печатные композиции на основе акрилового связующего RG-JRTM450 и сополимерного связующего Acronal 9014 с концентрацией 100 г/кг и содержанием интерференционного пигмента 25 г/кг.

Композиция наносилась на образец полиэфирной ткани, затем образцы сушили конвекцией и термофиксировали при  $170^\circ$  в течение 3 мин. После помещали в водный раствор метиленового голубого (МГ) с концентрацией 20 мг/л и выдерживали в темноте до достижения сорбционного равновесия, высушивали и облучали УФ-излучением, в качестве источника которого использовали ртутную лампу низкого давления УФО-2 мощностью 125 Вт. Облучение проводили в течение 420 мин, с интервалом 30 мин., с последующим снятием



спектра отражения облученных образцов и определением значений интенсивности окраски по функции Гуревича-Кубелки-Мунка.

На рис. 2 и 3 представлены зависимости значения функции Гуревича-Кубелки-Мунка для различных композиций покрытия с интерференционными пигментами.

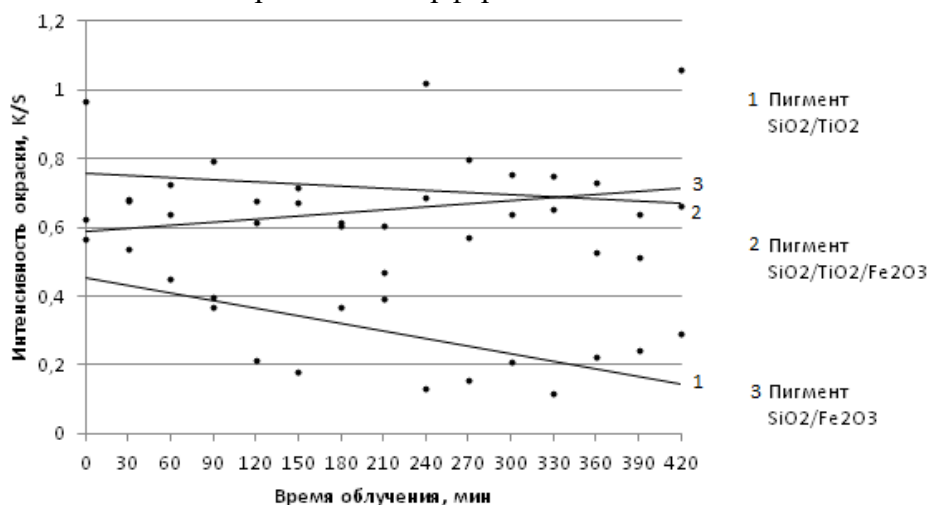


Рис. 2. Зависимость интенсивности окраски от времени облучения образцов со связующим RG-JRTM450

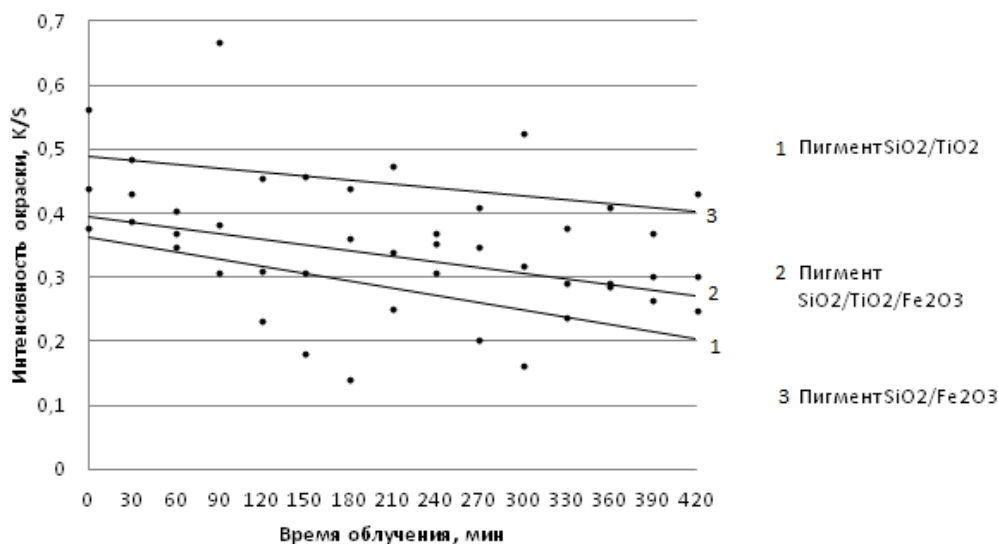


Рис. 3. Зависимость интенсивности окраски от времени облучения образцов со связующим Acronal 9014

Исходя из полученных данных, можно сделать вывод, что снижение фотокаталитических свойств интерференционных пигментов, закрепленных в пленке латекса на поверхности текстильного материала, зависит от природы пленкообразующего вещества. Так, связующее Acronal 9014 – сополимер 2-этилгексилакрилата и метилметакрилата, в меньшей степени снижает фотокаталитические свойства пигментов, чем акриловое связующее RG-JRTM-450.

Для оценки фотокаталитических свойств титансодержащих золей готовили специальное покрытие, состоящее из концентрированного (образцы 1 и 2) и неконцентрированного золя титана (образцы 3 и 4), образующегося при фильтрации раствора с синтезированным интерференционным пигментом на основе  $\text{SiO}_2/\text{TiO}_2$ . Также в его состав вводили закрепитель и фторакриловый латекс в различном соотношении. Полученный раствор наносили на ткань методом плюсования, фиксировали на образцах сушкой горячим воздухом и термофиксировали 4 мин при температуре 150 °С. Затем высушенные образцы опускали в раствор метиленового голубого (МГ), выдерживали в темноте до достижения

сорбционного насыщения. После высыхания образцов начинали облучение ртутной лампой низкого давления УФО-2 мощностью 125 Вт длительностью 240 минут, циклами по 30 минут, и оценивали спектры отражения на спектрофотометре Color15 фирмы «Gretag Macbeth». По результатам анализа спектров отражения рассчитывали значение интенсивности окраски по функции Гуревича – Кубелки – Мунка (K/S) (рис. 4).

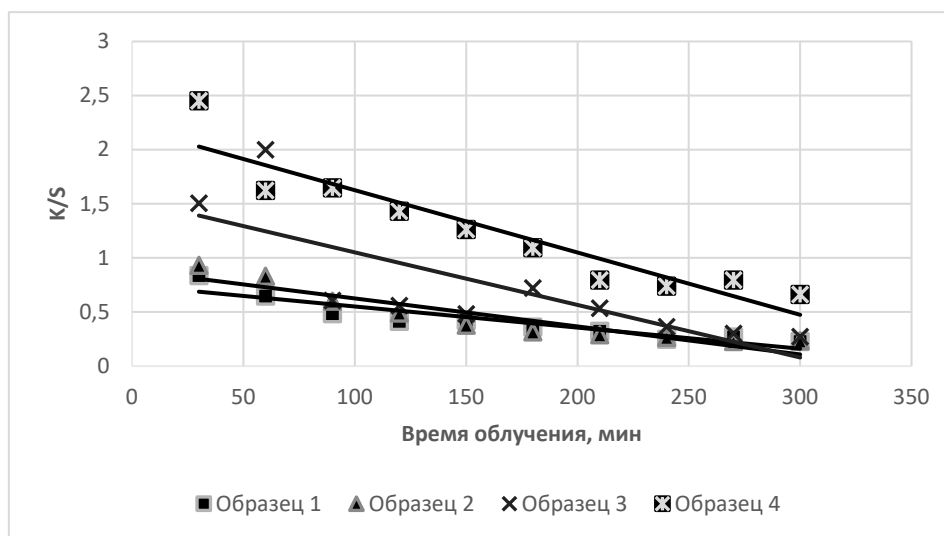


Рис. 4. Эффективность фотокаталитического разложения МГ

По полученным данным, был сделан вывод, что самую высокую степень деструкции красителя показывает первый образец, следовательно, при увеличении концентрации закрепителя снижается фотокаталитическая активность золя титана. Также можно сделать вывод, что покрытие с титансодержащим золем обладает экранирующим эффектом. Образцы хлопчатобумажной ткани, содержащие только гидрофобизатор в составе покрытия, желтеют под действием УФ-излучения.

Для оценки устойчивости полученного покрытия к условиям эксплуатации были проведены 5 циклов стирки образцов в мыльно-содовом растворе при температуре 40 °С с последующей сушкой. После этого оценивали фотокаталитические свойства покрытия аналогично предыдущему этапу (рис. 5).

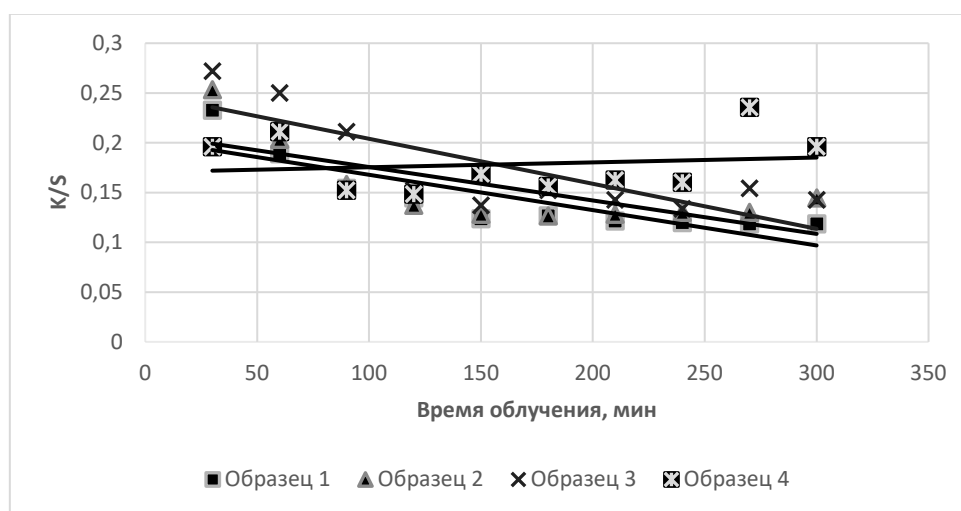


Рис. 5. Эффективность фотокаталитического разложения МГ после 5 стирок

Показанные экспериментальные данные, свидетельствуют о том, что специальное покрытие, содержащее титансодержащий золь, закрепитель и фторакриловый латекс,

устойчиво к 5 последовательным стиркам, за исключением 4 образца с минимальной концентрацией закрепителя.

Таким образом, на основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

Для получения специального самоочищающегося покрытия на текстильных материалах были синтезированы интерференционные пигменты на основе гибридных оксидов, изучена их фотокаталитическая способность в свободном состоянии и в составе полимерного покрытия на текстильном материале.

Установлено, что включение наноразмерных интерференционных пигментов в состав покрытия существенно снижает их фотокаталитические свойства.

Для устранения этого негативного эффекта в состав самоочищающихся покрытий вводили титансодержащие золи, полученные в качестве побочного продукта при синтезе интерференционных пигментов. Для прочного закрепления наночастиц титансодержащих золь на поверхности и межволоконном пространстве текстильных материалов использовали композицию из предконденсата терморезактивной смолы и фторуглеродного препарата для водо-маслоотталкивающей отделки.

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.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Кричевский Г.Е. Нано-, био-, химические технологии в производстве нового поколения волокон, текстиля и одежды. - М.: 2011.- 528 с.
2. А.М. Киселев, Н.В. Дашченко. Нанотехнологии в индустрии текстиля //Вестник СПГУТД. №1, 2020. С. 89-103.
3. Жук Л.А., Дашченко 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/rcj.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].
4. 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.

## РАСЧЕТ ПРОЧНОСТИ КРУЧЕНОЙ ЛЬНЯНОЙ ПРЯЖИ CALCULATION FOR THE STRENGTH OF TWISTED LINEN YARN

А.И. Короткова, Т.И. Полякова  
A.I. Korotkova, T.I. Polyakova

Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина  
(Технологии. Дизайн. Искусство) (Москва)  
The Kosygin State University of Russia (Moscow)  
E-mail: chetverikova\_anastasia@mail.ru

На основе аналитического подхода спроектированы параметры крученой пряжи с учетом геометрических, механических, физических характеристик волокон. Исследовано напряженно-деформированное состояние пряжи при кручении. Вычислена прочность крученой льняной пряжи.

Ключевые слова: льняная пряжа, крутка, напряжение, деформация, жесткость, прочность.

On the basis of an analytical approach, the parameters of twisted yarn are designed, taking into account the geometric, mechanical, and physical characteristics of the fibers. The stress-strain state of yarn during torsion has been studied. The strength of twisted linen yarn is calculated.

Key words: linen yarn, twist, stress, deformation, stiffness, strength.

Исследование прочности крученой нити или пряжи включает задачу о контактном взаимодействии двух скрученных упругих нитей. Рассмотрим аналитический метод проектирования прочности крученой льняной пряжи на основе теорий в области структурной механики текстильных материалов проф. В.П. Щербакова и проф. Н.С. Скулановой [1].

Объектом исследования является скрученная в два сложения нить: сечение каждой из двух нитей представляет собой круг радиусом  $R$ , а осевая линия нити – винтовую линию с углом подъема  $\alpha$  и радиусом, равным радиусу поперечного сечения крученой нити, т. е. тоже  $R$ .

Кривизна винтовой линии  $\kappa_3$  и кручение  $\kappa_1$  определяют по формулам:

$$\kappa_3 = \frac{\sin^2 \alpha}{R}, \kappa_1 = \frac{\sin \alpha \cdot \cos \alpha}{R}. \quad (1)$$

Между нитями вдоль винтовой линии возникает контактная равномерно распределенная нагрузка интенсивностью  $q$ . Рассечем крученую нить плоскостью, перпендикулярной ее оси. В сечении будут располагаться два соприкасающихся эллипса, представляющие собой сечения нитей, расположенных под углом  $\alpha$  к оси крученой нити (рис. 1).

Система самоуравновешенных внутренних сил, действующих в сечении крученой нити, сводится к моментам  $M_1$  и  $M_2$ , силам  $T_1$  и  $Q_1$ . Общее для двух нитей сечение не перпендикулярно осевым винтовым линиям каждой из них. Поэтому рассматриваемые моменты  $M_1$  и  $M_2$  не могут быть крутящими или изгибающими. Ось крученой нити является прямой линией контакта нитей. На этой линии можно построить вспомогательный цилиндр радиусом  $R$ , на поверхности которого будут расположены винтовые осевые упругие линии нитей. Таким образом, крутящий и изгибающий моменты можно определить, рассмотрев равновесие сил и моментов, действующих на элемент нити, выделенный сечениями, нормальными к оси крученой нити и к оси отдельной нити [1, 2].

Приведенная к осевой линии контактная нагрузка равна:

$$q_0 = q * \cos \alpha \quad (2)$$

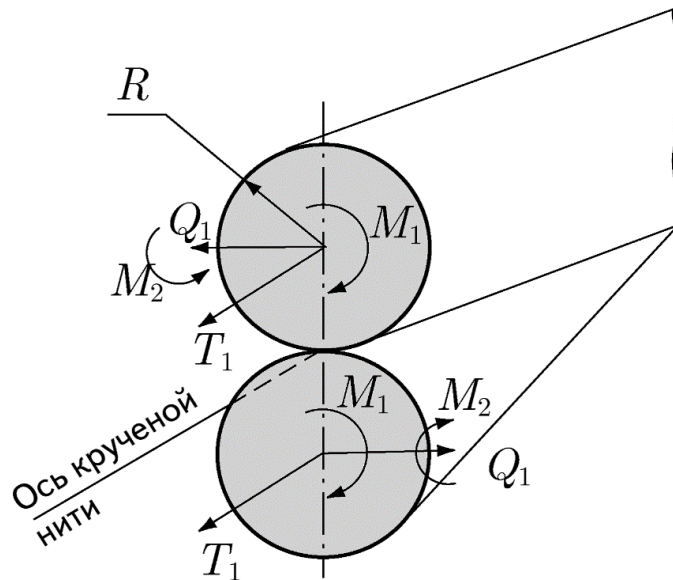


Рис.1. Сечение крученой нити

Крутящий и изгибающий моменты определяют по формулам:

$$M_K = B\kappa_1, M_H = H\kappa_3, \quad (3)$$

где  $B$  – жесткость при кручении,  $\text{сН}\cdot\text{мм}^2$ ,  $H$  – жесткость при изгибе,  $\text{сН}\cdot\text{мм}^2$ .

Используя соотношения кручения и кривизны винтовой линии (1), перепишем моменты в виде:

$$M_K = H \frac{\sin \alpha \cos \alpha}{R}, M_H = B \frac{\sin^2 \alpha}{R}. \quad (4)$$

После преобразований получим формулу для контактной нагрузки  $q_0$  [1]:

$$q_0 = \frac{P_k \sin^2 \alpha}{4R \cos \alpha} + B \frac{\sin^2 \alpha}{2R^3} \quad (5)$$

где  $P_k$  – прочность скрученной нити,  $\text{сН}$ .

Если выразить прочность одиночной нити через натяжение в момент разрыва  $T$ , то прочность скрученной нити определяется равенством [1, 2]:

$$P_k = 2 \left( \frac{T}{\cos \alpha} - \frac{q_0}{\cos \alpha} \right) \quad (6)$$

Для расчета прочности крученой льняной пряжи  $56 \times 2$  текс использованы следующие параметры одиночной пряжи:

- линейная плотность одиночной пряжи  $56$  текс;
- неровнота одиночной пряжи по линейной плотности  $20,7\%$ ;
- крутка одиночной пряжи  $K_0=250$  кр/м;
- вторичная крутка  $K_k=310$  кр/м;
- прочность компонента, равная натяжению в момент разрыва  $T=11,6$  Н;
- жесткость компонента при кручении  $B=0,696$   $\text{сН}\cdot\text{мм}^2$ ;
- коэффициент Пуассона  $0,5$ ;
- плотность пряжи  $\rho=0,8$   $\text{г}/\text{см}^3$ .

Прочность одиночной пряжи была определена с помощью аналитического метода расчета прочности [3, 4].

Расчет проводился в среде Mathcad (рис. 2). Прочность крученой льняной пряжи  $56 \times 2$  текс равна  $20,8$  Н.

$$q_0(\alpha) := \frac{T \cdot (\sin(\alpha))^2}{4 \cdot R \cdot \cos(\alpha)} + \frac{B \cdot (\sin(\alpha))^2}{2 \cdot R^3} \quad q_0(\alpha) = 166.875$$

$$P_k(\alpha) := \frac{2}{\cos(\alpha)} \cdot (T - q_0(\alpha)) \quad P_k(\alpha) = 2083.1595$$

Рис. 2. Расчет прочности крученой пряжи

Для исследования характера изменения прочности крученой пряжи были построены графики, отображающие зависимость прочности и контактной нагрузки от угла кручения (рис. 3). При небольших значениях угла  $\alpha$  прочность крученой пряжи уменьшается с малым шагом, а при дальнейшем увеличении  $\alpha$  кривизна линии становится более значительной. Контактная нагрузка нелинейно возрастает с увеличением  $\alpha$ .

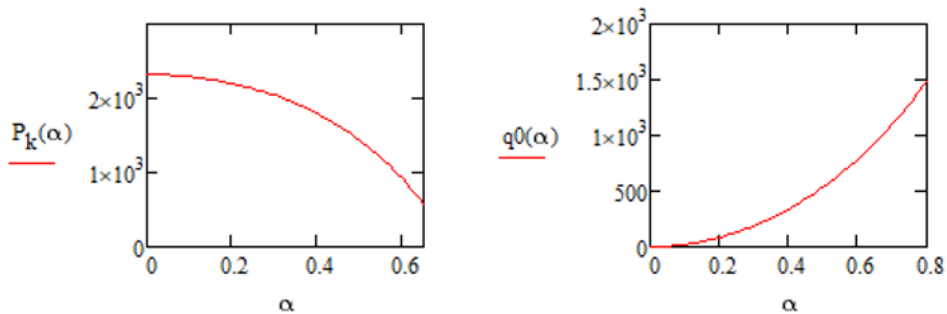


Рис. 3. Зависимость прочности и контактной нагрузки от угла кручения

Таким образом, выполнено проектирование прочности крученой льняной пряжи с помощью аналитического метода, который предполагает исследование напряженно-деформированного состояния пряжи с учетом жесткости при кручении.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Щербаков В.П., Скуланова Н.С. Основы теории деформирования и прочности текстильных материалов. М.: МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2008. – 268 с.
2. Щербаков В.П., Скуланова Н.С., Полякова Т.И., Халезов С.Л. Анизотропия одиночных и скрученных в два и более сложения нитей // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2020. №6. С. 202-209.
3. Скуланова Н.С., Полякова Т.И., Голайдо С.А., Сучков В.Г., Короткова А.И. Аналитический подход к проектированию льняной пряжи по прочности // Сборник материалов Международной научно-технической конференции «Дизайн, технологии и инновации в текстильной и легкой промышленности (ИННОВАЦИИ-2020)». 2020. С. 80-84.
4. Короткова А.И., Подольная Т.В., Сучков В.Г. Разработка и проектирование аппаратной пряжи с вложением регенерированных ПЭТ-волокон // Сборник материалов Международной научной студенческой конференции «Инновационное развитие легкой и текстильной промышленности» (ИНТЕКС-2019). С. 55-58.

## ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ПРОЦЕССА МЕРСЕРИЗАЦИИ НА КАЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ СМЕСОВОЙ ТКАНИ СОСТАВА ХЛОПОК-ЛЁН-ВИСКОЗА

### EVALUATION OF THE INFLUENCE OF THE MERCERIZATION PROCESS ON THE QUALITY INDICATORS OF THE COTTON-LINEN-VISCOSE COMPOSITE FABRIC

О.Д. Кроткова<sup>1</sup>, А.Н. Конов<sup>2</sup>, Н.И. Замыслова<sup>1</sup>  
O.D.Krotkova<sup>2</sup>, A.N.Konov<sup>1</sup>, N.I.Zamyslova<sup>2</sup>,

<sup>1</sup>ООО ХБК «Навтекс» (Наволоки)

<sup>2</sup>ООО «ТДЛ» (Иваново)

<sup>1</sup>ООО НБК "Navtex" (Navoloki)

<sup>2</sup>ООО "TDL" (Ivanovo)

E-mail: KrotkovaOD@navtex.ru, Alexey\_Ko@atdl.ru, ZamyslovaNI@navtex.ru,

Рассмотрены вопросы производства ткани из смесовой пряжи: хлопок-лён- вискоза. Представлены особенности производства и обработки ткани: ткачество- отварка-отбелка-заклещивательная отделка. Показаны качественные характеристики сырья и готового продукта. Обозначена необходимость технологической операции мерсеризации в технологической цепочке обработки ткани.

**Ключевые слова:** хлопок, лён, вискоза, мерсеризация, качественные характеристики.

The issues of fabric production from blended yarn: cotton-linen- viscose are considered. The features of fabric production and processing are presented: weaving- decoction-bleaching-final finishing. The qualitative characteristics of the raw materials and the finished product are shown. The necessity of the technological operation of mercerization in the technological chain of fabric processing is indicated.

**Keywords:** cotton, linen, viscose, mercerization, qualitative characteristics.

Общество с ограниченной ответственностью «Хлопчатобумажная компания «Навтекс» является предприятием по разработке и производству текстильных изделий.

Предприятие осуществляет разработку и производство готовой хлопчатобумажной ткани и медицинских изделий. Продукция предприятия реализуется как на внутреннем, так и на внешнем рынке. Предприятие имеет производственные площади, оснащенные необходимым оборудованием, и включает все подразделения для осуществления своей деятельности.

В настоящее время в связи с потерей хлопковой сырьевой базы для текстильных предприятий России остро встал вопрос о замене импортируемого хлопка на отечественное сырьё. Одним из источников сырьевых ресурсов является льняное и вискозное волокно.

Создание экологически чистой, удобной и модной одежды приобрело повышенную актуальность и стало перспективным направлением развития текстильной промышленности.

В масштабах производства домашнего текстиля создана принципиально новая, полулльняная ткань, сотканная на пневматических станках, на скорости – 595 об/мин, с эффективностью – 81%, обработанная в отделочном производстве ООО «Хлопчатобумажная компания «Навтекс». В результате получен продукт, который поразил всех оригинальностью и качеством. Эта ткань предназначена для цифровой печати. Все возможные экспериментальные работы были выполнены.

Для наработки пробной партии ткани была использована пряжа № 27,2 (Т 36,8) состава: хлопок – 62%, лён – 30%, вискоза – 8%. Поставщик – «Мануфактура Балина», характеристика пряжи представлена в табл. 1.

Таблица 1

## Физико-механически показатели пряжи

Текс факт	Текс конд	Отклонение	ОРН, гс/Т	Св/Т, %	Св/рн, %	Кол-во кручений	Коеф. крутки	сорт
36,69	36,69	-0,3	8,5	2,72	9,8	745	45	первый

Технологический процесс шлихтования проводился на машине S358-2S производства КНР. Результаты процесса шлихтования видно по сравнительной характеристике, представленной в табл. 2.

Таблица 2

## Физико-механические показатели пряжи до и после шлихтования

Показатели	Норма	Мягкая пряжа	Клеёная пряжа
Разрывная нагрузка, гс		290,28	363,95
Удлинение, %	Не более 5,0	6,2	3,5
Относительная разрывная нагрузка, гс/Т	Не менее 8,2	7,9	9,2
Увеличение крепости, %	Не менее 18		25,4
Потеря удлинения, %	Не более 25		43,5

Как видно из представленных данных, крепость пряжи увеличилась на 25,4% при норме – не менее 18%. Относительная разрывная нагрузка увеличилась с 7,9 до 9,2гс/Т.

Суровая ткань нарабатывалась в ткацком производстве на станках марки RFJA30-260 Эффективность работы ткацкого оборудования составила 80-82%.

Разбраковка ткани проводилась по ГОСТ 161-86 п.3.2. Общий объём выпуска ткани – 8879 м, выход 1-го сорта составил 85,6%.

Испытания суровой ткани проводились в производственной лаборатории, результаты представлены в таблице 3.

Таблица 3

## Физико-механические показатели ткани

Показатели	Ширина, см <sup>2</sup>	Поверхностная плотность г/м <sup>2</sup>	Плотность по основе н/дм	Плотность по утку н/дм	Разрывная по основе, кгс	Разрывная по утку, кгс
Норма	164,8+-2,5	150,6+-8	221+-4	155+-5		
Средний показатель	167,6	143,3	220,3	154,0	40,9	27,5

В отделочном производстве суровая ткань обрабатывалась по двум технологическим режимам:

**А.** Отварка в варочном котле в течение 1-го часа при Т 100С<sup>0</sup>, промывка в двух мойных машинах, кисловка, промывка в четырёх мойных машинах, сушка и ширение на СШМ в составе ЛЗО, разбраковка

Состав раствора для отварки:

Едкий натр (каустик) – 11,0г/л

Смачиватель – 1,0г/л

Сода кальцинированная – 0,8г/л

Кислотосодержащий препарат ЗКУ-2 – 03г/л.

**Б.** Отварка-отбелка:

замочка на щёлоче ( 3-4 г/л), расшлихтовка в течение 3-х часов, совмещённый способ отварки-отбели на ЛЖО, сушка, ширение, отделка (каландрирование) на линии ЛЗО, разбраковка.



**Состав белящего раствора:**

Едкий натр (каустик) – 3,2-3,6 г/л

Перекись водорода(60%) – 6,0-7,0 г/л

Сравнительные характеристики суровой ткани после обработки по двум технологическим режимам представлены в табл. 4.

Таблица 4

Физико-механические показатели тканей, обработанных по двум режимам

Рецепт ура	Ширина, см	Вес, г/м <sup>2</sup>	P <sub>о</sub> , н/дм	P <sub>у</sub> , н/дм	R <sub>о</sub> , кгс	R <sub>у</sub> , кгс	Капиллярность, см/час	Усадка по основе, %	Усадка по утку, %
А (отв)	151,0	132,6	240,0	148,0	46,0	22,0	7,3	-5,2	-0,2
Б( отб)	150,0	139,8	240,0	152,0	44,0	24,0	6,5	-5,85	+0,3

Аппрет на ткань не наносился, т.к. этого не требует последующий технологический переход – цифровая печать. Каландрирование позволило снизить ворсистость, что является положительным фактором для печати. Далее был рассмотрен вопрос введения ещё одного технологического перехода, который позволяет улучшить потребительские свойства продукции, минимизировать такой порок, как пилинг, бытовую усадку, качество печати.

А так как специального оборудования в ООО «Хлопчатобумажная компания «Навтекс» пока нет, то всю эту работу по обработке новой ткани специалисты выполняли в лабораторных условиях.

Цель работы состояла в проведении процесса мерсеризации смесовой ткани в лабораторных условиях с оценкой изменения свойств волокон и ткани.

Процесс мерсеризации заключается в кратковременной обработке тканей концентрированными (200-300г/л) растворами гидроксида натрия в натянутом состоянии. В этих условиях наблюдается изменение структуры целлюлозных волокон и физико-химических свойств волокна. Целлюлозное волокно приобретает блеск, увеличивается его прочность и гигроскопичность, способность окрашиваться, снижается усадка ткани. Мерсеризацию провели как на суровой, так и на отваренной ткани.

Мерсеризации суровой и отваренной ткани проводилась в натянутом состоянии. Образцы накальвались на деревянные рамки размером 200×250 мм.

Для суровой ткани концентрация раствора гидроксида натрия составляла 180г/л. Температура пропитки 20<sup>0</sup>С, время пропитки – 3 мин.

Затем образцы промывались в двух ваннах при температуре – 70 <sup>0</sup>С.

Сушка естественная при температуре 20+-5 <sup>0</sup>С и влажности воздуха 60+-5%.

В табл. 5 показаны сравнительные характеристики суровой ткани до и после мерсеризации, а в табл. 6 – внешний вид исследуемых образцов.

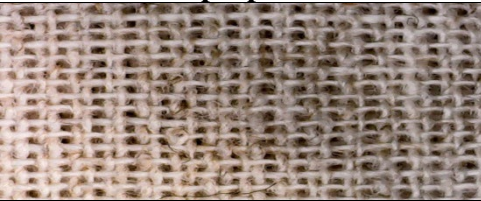
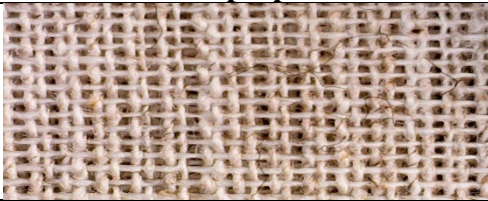




Таблица 5

## Качественные показатели суровой ткани

	Поверхностная плотность г/м <sup>2</sup>	Плотность по основе н/дм	Плотность по утку н/дм	Разрывная нагрузка по основе, кгс	Разрывная нагрузка по утку, кгс
Суровая ткань до мерсеризации	149,6	220,0	154,0	37,6	27,5
Суровая ткань после мерсеризации	145,0	221,0	157,0	25,8	21,6

Таблица 6

## Суровая ткань

Суровая ткань до мерсеризации		Суровая ткань после мерсеризации	
			
			
			

Из представленных данных следует, что:

- мерсеризация понижает крепостные показатели по основе на 31% и по утку на 21%. Снижение разрывной нагрузки ткани происходит по причине снижения прочности вискозных волокон (8% в составе),

- из представленных фотоснимков видно, что ворсистость волокна становится менее выраженной. По оттенку ткань становится более светлой за счёт удаления не целлюлозных примесей.

Для отваренной ткани концентрация раствора гидроксида натрия составляла 160г/л. Температура пропитки 20 °С, время пропитки – 3 мин.

Затем образцы промывались в двух ваннах при температуре 70 °С

Сушка естественная при температуре 20+5 °С и влажности воздуха 60+-5%.

Результаты исследования образцов, полученных по данной технологии представлены в табл. 7, а внешний вид – в табл. 8.


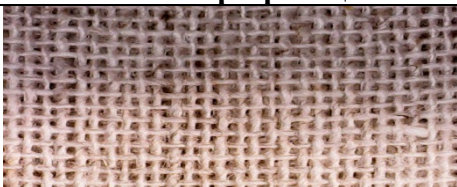




Таблица 7

## Качественные показатели отваренной ткани

	Поверхностная плотность г/м <sup>2</sup>	Плотность по основе н/дм	Плотность по утку н/дм	Разрывная нагрузка по основе, кгс	Разрывная нагрузка по утку, кгс
Отваренная ткань до мерсеризации	132,2	242,0	146,0	36,5	19,7
Отваренная ткань после мерсеризации	128,0	240,0	154,0	24,0	22,0

Таблица 8

## Отваренная ткань

Отваренная ткань до мерсеризации		Отваренная ткань после мерсеризации	
			
			
			

Из представленных данных следует, что:

- при мерсеризации отваренной ткани происходит увеличение линейной плотности по утку. Соответственно разрывная нагрузка повышается на 11,7% .

- из представленных фотоснимков видно, что ворсистость волокна значительно снижается, волокна вытягиваются, структура ткани выравнивается.





- размер ячеек между последовательными нитями основы на ткани до мерсеризации.

Степень мерсеризации ткани оценивают по величине баритового числа, по изменению окрашиваемости мерсеризованной ткани и её рентгеноструктурных характеристик.

В эксперименте сравнивалась окрашиваемость мерсеризованного и не мерсеризованного образца по сорбции красителя метиленового голубого.

Образец ткани помещали в раствор красителя концентрации 1,0 г/л, модуль ванны – 50, время окрашивания – 5 мин. Затем образец вынимали, отжимали и промывали до чистой воды. Внешний вид образцов можно увидеть в табл. 9.

Степень крашимаемости

Суровая ткань до мерсеризации	Суровая ткань после мерсеризации
	
Отваренная ткань до мерсеризации	Отваренная ткань после мерсеризации
	

Из представленных образцов видно, что крашимаемость мерсеризованной ткани суровой выше, чем у не мерсеризованной и мерсеризованной отваренной. Для оценки качественных показателей (таблица 10) были проведены испытания по определению гигроскопичности и капиллярности ткани [методики по ГОСТ -3816-81].

Таблица 10

Качественные показатели ткани

Наименование ткани	Гигроскопичность, %	Капиллярность, см/ч
Суровая до мерсеризации	11,0	2,5
Суровая после мерсеризации	13,3	8,5
Отваренная до мерсеризации	9,0	4,5
Отваренная после мерсеризации	10,0	10,5

Гигроскопичность и капиллярность мерсеризованной ткани выше, чем не мерсеризованной. Данный факт подтверждает, что процесс мерсеризации изменяет физико-химические свойства волокон, позволяя наиболее эффективно проводить последующие технологические операции отделки тканей – отварку, отбелку, крашение, а также совмещённые способы их обработки.

Эксперимент, проведённый в лабораторных условиях, подтверждает целесообразность проведения процесса мерсеризации в технологической цепочке отделки полульняной ткани. Для расширения ассортимента обрабатываемых на предприятии тканей, для улучшения их качественных характеристик и внешнего вида необходимо решать вопрос по установке в отделочном производстве линии обработки тканей в расправку, предусмотрев операцию мерсеризации тканей.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Отделка хлопчатобумажных тканей. Справочник (под редакцией доктора технических наук профессора Б.Н.Мельников).
2. «Лабораторный практикум по химической технологии текстильных материалов» (под редакцией Г.Е. Кричевского.)
3. Методы качественного анализа. Оптическая световая микроскопия продольных видов и поперечных срезов нитей основы. Исследование структурных характеристик нитей основы до и после мерсеризации с помощью оптических средств измерений. Кобляков А.И., Кукин Г.Н
4. Лабораторный практикум по текстильному материаловедению: Учеб.пособ. для вузов/ Кобляков А.И., Кукин Г.Н., Соловьев А.Н. и др. — 2-е изд., перераб.и доп. — М.: Легпромбытиздат.

**АНТИБАКТЕРИАЛЬНЫЕ ТЕКСТИЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ,  
МОДИФИЦИРОВАННЫЕ БИКОМПОНЕНТНЫМИ НАНОЧАСТИЦАМИ  
МЕТАЛЛОВ**

**ANTIBACTERIAL TEXTILE MATERIALS MODIFIED WITH BICOMPONENT  
METALLIC NANOPARTICLES**

Е.В. Кудрявцева, А.А. Буринская  
E.V. Kudriavtseva, A.A. Burinskaya

Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна  
Saint Petersburg State University of Industrial Technologies and Design  
E-mail: ekaterina.kudr@bk.ru, burinska\_sag\_al@mail.ru

В статье рассмотрены антибактериальные свойства текстильных материалов с наночастицами металлов, методы их синтеза, представлен способ получения бикомпонентных наночастиц в структуре волокнистых материалов. Были исследованы следующие текстильные материалы: хлопчатобумажная ткань, ткань из вискозных волокон, шерстяная ткань, натуральный шелк, полиамидная ткань (капрон). В статье представлены данные, полученные с помощью спектрофотометра и сканирующего электронного микроскопа, приведены микрофотографии и рентгеновское картирование модифицированных материалов, а также кривые интенсивности рентгеновского рассеяния, зафиксированные с помощью рентгеновского дифрактометра. Подтверждена антибактериальная активность модифицированных субстратов против микроорганизмов *S. aureus* и *E. coli*.

**Ключевые слова:** бикомпонентные наночастицы; медь; серебро; антибактериальные свойства; противогрибковые свойства; хлопок; вискоза; шерсть; шелк; капрон.

The article discusses the antibacterial properties of textile fabrics with metal nanoparticles, methods for their synthesis, presents a method for obtaining bicomponent nanoparticles in the structure of fibrous materials. The following textile materials were investigated: cotton fabric, viscose fabric, woolen fabric, natural silk, polyamide fabric (kapron). The article presents data obtained using a spectrophotometer and a scanning electron microscope, microphotographs and X-ray mapping of modified materials, as well as X-ray scattering intensity curves recorded using an X-ray diffractometer. The antibacterial activity of modified substrates against microorganisms *S. aureus* and *E. coli* was confirmed.

**Keywords:** bicomponent nanoparticles; copper; silver; antibacterial properties; cotton; viscose; wool; silk; capron.

Ионизированное серебро ( $Ag^+$ ) уже более 200 лет применяется в качестве антибактериального агента в медицине, текстильной промышленности, для обеззараживания воды и др. Интерес к наночастицам серебра появился еще в 1950-х годах. Благодаря высокому соотношению площади поверхности синтезированных наночастиц к их объему они являются эффективными в очень малых концентрациях. Проводились многочисленные исследования и была установлена их антибактериальная и противогрибковая активность. Кроме того, наночастицы  $Ag$  обладают противоопухолевым действием и могут ингибировать процесс роста раковых клеток [1–3], а также противовирусным действием [4], в том числе против COVID-19 и SARS-COV-2 [5].

Широкое использование препаратов наноразмерного или коллоидного серебра привело к появлению популяций бактерий, устойчивых к воздействию серебра (микобактерии *Agr-1*), что подробно описывает в своей работе Цз. Сюн. В этом случае важно иметь другие антибактериальные препараты, которые эффективны против резистентных к серебру бактерий [6, с. 2]. Медь является потенциальной альтернативой, и в последние десятилетия достаточно подробно исследовано антибактериальное действие наночастиц меди. Однако, медные наночастицы легко подвергаются окислению кислородом, содержащимся в воздухе и воде. Так как медь эффективна против резистентных к серебру бактерий, логично рассмотреть



применение в качестве антимикробных агентов бикомпонентных наночастиц медь-серебро, поскольку маловероятно, что бактерии смогут развить устойчивость к двум различным металлам. А в связи с тем, что медь является легко окисляемым металлом, создание защитной оболочки из наносеребра поможет стабилизировать ядро наномеди и предотвратить окисление.

Н. М. Зайн и др. [7, с. 1] исследовали антибактериальную активность наночастиц серебра (Ag), меди (Cu), смесей наночастиц Ag и Cu и биметаллических наночастиц Ag-Cu против штаммов микроорганизмов *Bacillus subtilis* и *Escherichia coli*. Из этих двух штаммов *B. subtilis* оказался более восприимчивым при всех исследованных условиях. Наночастицы серебра проявляли более высокую активность, чем наночастицы меди и смеси наночастиц того же размера. Наибольшую антибактериальную активность получили биметаллические наночастицы Ag/Cu с минимальными ингибирующими концентрациями (МИК) 0,054 и 0,076 мг/л в отношении *B. subtilis* и *E. coli*, соответственно.

М. Рейес-Блас и др. [8, с. 13] исследовали антибактериальную активность наночастиц серебра Ag, меди Cu и биметаллических наночастиц Ag-Cu в отношении штаммов *E. coli*, *Salmonella* и *S. Aureus*, которые хорошо известны как возбудители заболеваний пищевого происхождения. Наночастицы также были протестированы против дрожжеподобных грибов *C. albicans*. Проведенные исследования доказали, что бикомпонентные наночастицы Ag-Cu проявляют больший антибактериальный эффект при значительно меньших концентрациях по сравнению с монометаллическими наночастицами Ag и Cu.

Цз. Ким и соавторы [9, с. 1] разработали серебросодержащий целлюлозный материал с низкой цитотоксичностью по отношению к клеткам человека. Для антимикробного тестирования авторы использовали штаммы бактерий *Candida albicans*, *Micrococcus luteu*, *Pseudomonas putida* и *Escherichia coli*. Высокая бактерицидная активность серебросодержащей целлюлозы проявлялась при концентрациях выше 0,0035 Ag % массы к объему (% мас/об). Даже при концентрации Ag 0,00035 % мас/об штаммы *P. putida* и *M. luteu* не росли, а *C. albicans* и *E. coli* продемонстрировали снижение роста. Для определения цитотоксического действия серебра на клетки человека тестировали пять различных концентраций материала на фибробластах человека. При концентрациях ниже 0,035% Ag мас./об. цитотоксичности не наблюдалось.

Для синтеза металлических наночастиц используют различные методы: физические, химические и биологические («зеленая химия»). Физические методы, такие как механическое измельчение, обработка плазмой, атомизация, дуговой разряд [10, с. 14], лазерная абляция [11], литография сфокусированным ионным пучком [10], микроволновый метод [8], требуют дорогостоящего оборудования и высоких энергетических затрат.

Химические методы включают в себя восстановление катионов металлов до наночастиц из растворов их солей, восстановление в среде органических растворителей, газофазные методы, микроэмульсии и др. Такие методы могут привести к адсорбции опасных химических веществ на поверхности наночастиц, тем самым вызывая нежелательные проблемы токсичности и ограничивая их биомедицинское применение [12]. Для сохранения экологичности полученных наночастиц используются преимущества принципов «зеленой химии» за счет использования нетоксичных реагентов вместо опасных химических веществ.

Для придания антибактериальных и противогрибковых свойств текстильным материалам различного происхождения (натуральные, искусственные и синтетические) был использован метод восстановления катионов меди и серебра из растворов их солей ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  и  $\text{AgNO}_3$ ), который включает диффузию ионов в пористую структуру волокна, взаимодействие с функциональными группами субстрата, выступающими в качестве восстановителя для получения металлических наночастиц, и образование прочных химических связей в дополнение к физическим. При этом не используются опасные химические реагенты, оказывающие вред окружающей среде. Были исследованы следующие текстильные материалы: хлопчатобумажная ткань, ткань из вискозных волокон, шерстяная ткань, натуральный шелк, полиамидная ткань (капрон).

Кроме того, в результате синтеза наночастиц в структуре полимерных материалов наблюдается колористический эффект: цвета от золотисто-желтого до темно коричневого. Причем, оттенок цвета контролируется изменением условий реакции и концентраций прекурсоров. Полученная окраска характеризовалась спектрами отражения, зафиксированными с помощью спектрофотометра Shimadzu UV-2401PC. Минимумы отражения образцов, модифицированных наночастицами медь-серебро (НЧ Cu-Ag), находятся в диапазоне длин волн 410–430 нм. Наличие полосы плазмонного резонанса подтверждает, что оболочка полученных НЧ Cu-Ag состоит из серебра.

Исследованиями подтверждено, что при дополнительном введении гидрата аммиака  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  до pH 8–10 происходит значительная интенсификация процесса образования биметаллических наночастиц на субстрате. Приобретаемая окраска имеет более глубокий тон. В данном случае наблюдается более равномерная окраска, что можно объяснить комплексообразованием  $\text{Ag}^+$  с  $\text{NH}_3$ , более медленной диффузией и более равномерным распределением катионов в пористой структуре субстрата.

Качественную оценку поверхности обработанных текстильных материалов, а также размер синтезированных наночастиц определяли с помощью сканирующего электронного микроскопа японской фирмы JEOL JSM-6390 LA.

На рис. 1 представлены микрофотографии модифицированных образцов: а – образец модифицированной ткани из вискозных волокон; б – образец модифицированной полиамидной ткани (капрон). Концентрации прекурсоров  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  0,0003 моль/л,  $\text{AgNO}_3$  0,0002 моль/л.

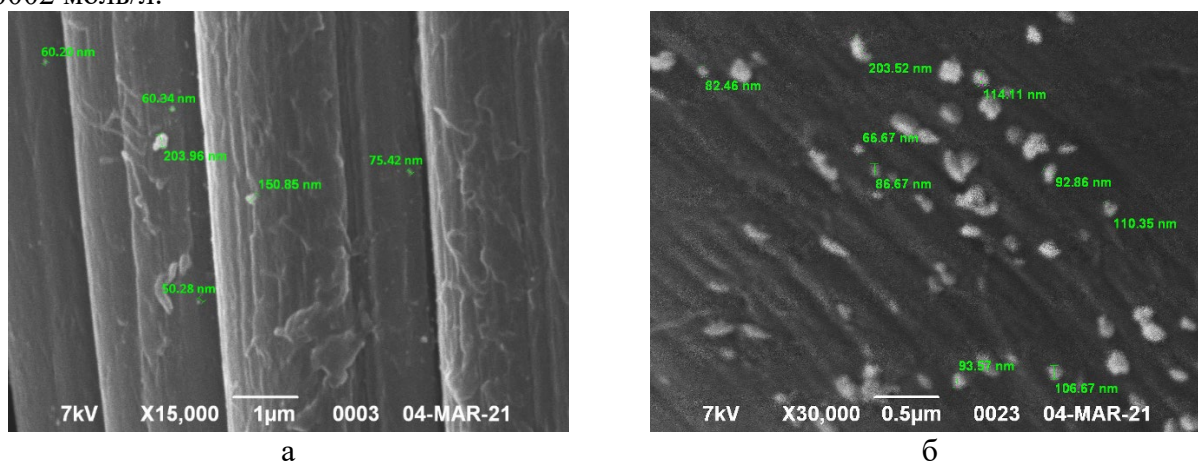


Рис. 1. Микрофотографии модифицированных текстильных материалов:  
а – ткань из вискозных волокон; б – полиамидная ткань (капрон)

В табл. 1 представлены средние размеры бикомпонентных наночастиц медь-серебро, синтезированных в структуре волокнистых материалов.

Таблица 1

Средние размеры синтезированных бикомпонентных наночастиц медь-серебро

№	Материал	Размеры наночастиц, нм
1	Хлопчатобумажная ткань	38,13 - 92,81
2	Шерстяная ткань	33,71 - 83,72
3	Шелковая ткань	42,1 - 86,54
4	Льняная ткань	59,66 - 81,22
5	Вискозная ткань	50,28 - 75,42
8	Полиамидная ткань	32,73 - 93,57

Размеры образовавшихся наночастиц находятся в пределах от 30 до 100 нм, кроме того, наблюдаются и меньшие по размеру частицы.

Энергодисперсионную рентгеновскую спектроскопию, а также рентгеновское картирование состава модифицированных волокнистых материалов проводили с помощью полевого эмиссионного сканирующего электронного микроскопа (ПЭСЭМ) HITACHI S-4700. На рис. 3 представлено рентгеновское картирование элементного состава модифицированной биметаллическими наночастицами шелковой ткани. При обработке ткани концентрации исходных солей меди и серебра составляли 0,0005 М и 0,001 М, соответственно, pH 9 ( $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ).

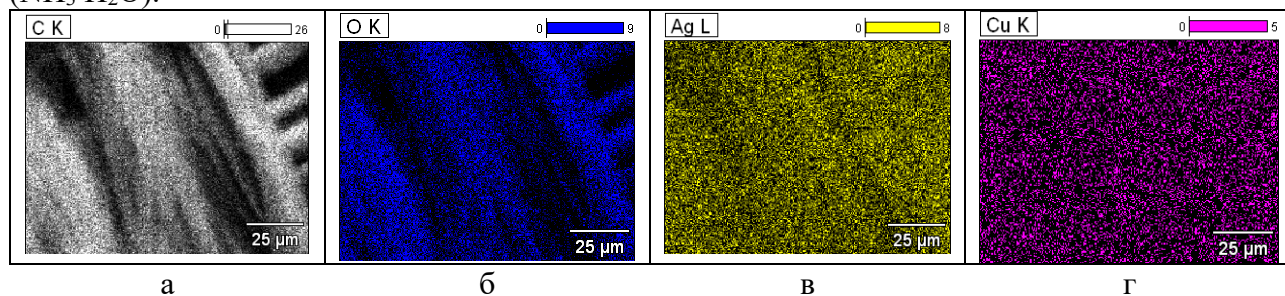


Рис. 2. Рентгеновское картирование элементного состава модифицированной шелковой ткани: а – углерод С; б – кислород О; в – серебро Ag; г – медь Cu

Данные, полученные с помощью ПЭСЭМ HITACHI S-4700, подтверждают образование на поверхности шелковой ткани биметаллических наночастиц медь-серебро, а также показывают достаточно равномерное распределение образовавшихся наночастиц на поверхности и в структуре субстрата (рис. 2).

На рис. 3 представлены кривые интенсивности рентгеновского рассеяния шелковых тканей: 1 – необработанный образец; 2 – образец, модифицированный бикомпонентными наночастицами Cu-Ag при концентрации прекурсоров  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  0,0005 М,  $\text{AgNO}_3$  0,001 М, pH 9 ( $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ).

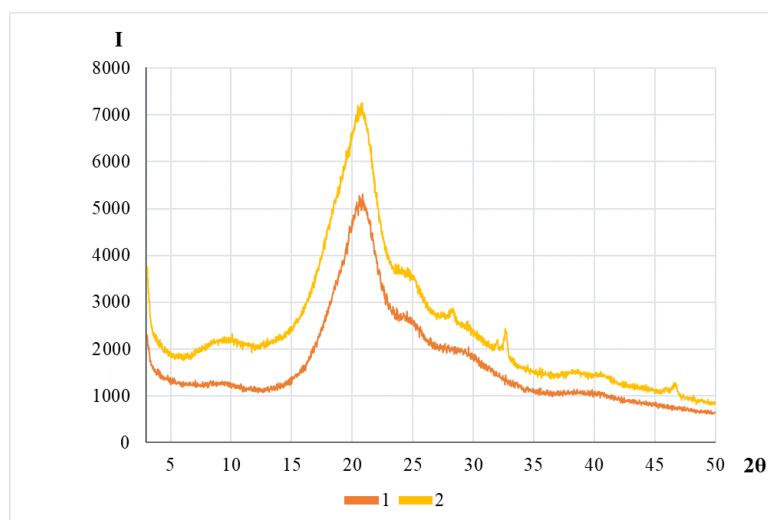


Рис. 3. Кривые интенсивности рентгеновского рассеяния шелковых тканей: 1 – исходный образец; 2 – образец, модифицированный НЧ Cu-Ag

Основные дифракционные рефлексы для волокон натурального шелка находятся в области  $2\theta \sim 21^\circ$  и  $25^\circ$ . Из рис. 3 видно, что эти рефлексы сохраняются и после модификации (кривая 2), кристалличность волокон шелка до и после модификации приблизительно одинакова. Кроме того, у модифицированного образца шелковой ткани наблюдаются дополнительные рефлексы в области  $2\theta \sim 28^\circ$ ,  $33^\circ$  и  $46,5^\circ$ , что относится к наночастицам Ag, согласно литературным источникам [13].



Исследования бактерицидных свойств *in vitro* образцов текстильных материалов с нанесенными биметаллическими наночастицами медь-серебро (НЧ Cu-Ag) проводили в НИИ Эпидемиологии и микробиологии им. Пастера согласно Руководства Р 4.2.2643-10 «Методы лабораторных исследований и испытаний дезинфекционных средств для оценки их эффективности и безопасности», а именно: методом погружения исследуемых образцов в бульон с тест-культурами. В бульонную культуру, содержащую бактерии *S. aureus* и *E. coli* в количестве  $1 \cdot 10^8$  КОЕ/мл (КОЕ – колониобразующая единица) вносили образцы с площадью поверхности  $2 \text{ см}^2$ . Контролем служили пробирки с бактериями без волокнистого субстрата. Инкубировали посеvy в термостате 24 часа при  $37^\circ \text{C}$ . Затем производили подсчет выросших колоний микроорганизмов, умножали на степень разведения, данные заносили в таблицу в виде КОЕ/мл. Результаты представлены табл. 2. Исходная концентрация прекурсоров при синтезе бикомпонентных наночастиц для модификации тканей составляла  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  0,001 моль/л,  $\text{AgNO}_3$  0,002 моль/л.

Таблица 2

Результаты исследования бактерицидной активности модифицированных образцов

№	Вид материала	Количество выросших микроорганизмов (КОЕ/мл)	
		Контроль	Эксперимент
<i>E. coli</i>			
1	Хлопчатобумажная ткань с НЧ Cu-Ag	$3 \cdot 10^8$	$6 \cdot 10^2$
2	Ткань из вискозного волокна с НЧ Cu-Ag		$2 \cdot 10^3$
3	Натуральный шелк с НЧ Cu-Ag		$1 \cdot 10^3$
<i>S. aureus</i>			
1	Хлопчатобумажная ткань с НЧ Cu-Ag	$5 \cdot 10^8$	$3 \cdot 10^2$
2	Ткань из вискозного волокна с НЧ Cu-Ag		$2 \cdot 10^2$
3	Натуральный шелк с НЧ Cu-Ag		$5 \cdot 10^4$

Все образцы тканей показали отличные бактерицидные свойства: количество выросших микроорганизмов (КОЕ/мл) *E. coli* и *S. aureus* у образцов с наночастицами медь-серебро на 4 – 6 порядков ниже по сравнению с контрольной пробой за 24 часа.

Полученные антибактериальные текстильные материалы были подвергнуты многократным стиркам в соответствии с ГОСТ Р ИСО 105-C06-2011 для определения изменения приобретенной окраски. Все образцы показали отличные результаты, оценки составляют от 5/5/5 до 5/4-5/5.

В ходе исследований установлено: при синтезе бикомпонентных наночастиц в структуре волокнистого материала формируются наночастицы, содержащие медное ядро и оболочку из нульвалентного серебра, о чем свидетельствует наличие полосы плазмонного резонанса при длине волны  $\lambda_{\text{max}} = 400\text{--}430 \text{ нм}$ . Размеры образовавшихся наночастиц находятся в пределах от 30 до 100 нм, согласно микроскопическим исследованиям с помощью сканирующего электронного микроскопа JEOL JSM-639 OLA.

Равномерное распределение образовавшихся наночастиц на поверхности и в структуре субстрата подтверждено с помощью полевого эмиссионного сканирующего электронного микроскопа HITACHI S-4700. Прочное закрепление бикомпонентных наночастиц в структуре волокнистого материала подтверждено многократными стирками в соответствии с ГОСТ Р ИСО 105-C06-2011.

Подтверждены антибактериальные свойства обработанных волокнистых материалов. Зафиксировано снижение количества грамм-положительных и грамм-отрицательных бактерий на 4–6 порядков по сравнению с контрольным образцом за 24 часа.

Полученные модифицированные текстильные материалы можно использовать для производства средств индивидуальной защиты, чулочно-носочных изделий с антибактериальными и противогрибковыми свойствами, больничного белья, капроновых

фильтров и др. Учитывая приобретаемую окраску текстильные материалы могут использоваться как дизайнерское решение в проектировании одежды и интерьера.

На разработанный способ получен патент РФ № 2776057 от 13.07.2022 на изобретение «Способ получения антимикробного серебросодержащего материала» - Е. В. Кудрявцева, А.А. Буринская, заявка № 2021114834 от 24.05.2021.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Khan, M. S. Anticancer Potential of Biogenic Silver Nanoparticles: A Mechanistic Study / M. S. Khan, A. Alomari, S. Tabrez, I. Hassan et al. // *Pharmaceutics*. – 2021. – № 13(5). – P. 1–12.
2. Mohamed, A. F. Anticancer and antibacterial potentials induced post short-term exposure to electromagnetic field and silver nanoparticles and related pathological and genetic alterations: in vitro study / A. F. Mohamed, M. Nasr, M. E. Amer et al. // *Infect Agents Cancer*. – 2022. – Vol. 17, № 4. – P. 1–16.
3. Amatya, R. BSA/Silver Nanoparticle-Loaded Hydrogel Film for Local Photothermal Treatment of Skin Cancer / R. Amatya, S. Hwang, T. Park et al. // *Pharm. Res.* – 2021. – Vol. 38. – P. 873–883.
4. Dung, T. T. N. Silver nanoparticles as potential antiviral agents against African swine fever virus / T. T. N. Dung, V. N. Nam, T. T. Nhan, T. T. B. Ngoc, L. Q. Minh, B. T. T. Nga, V. P. Le, D. V. Quang // *Mater Res Express*. – 2020. Vol. 6, № 12. – P. 1–16.
5. Zachar, O. Formulations for COVID-19 Treatment via Silver Nanoparticles Inhalation Delivery at Home and Hospital / O. Zachar // *ScienceOpen Preprints*. – 2020. – № 1. – P. 1–17.
6. Ziye Xiong. Ag-Cu bimetallic nanoparticle synthesis and properties: dissertation for the degree of Doctor of Philosophy / Ziye Xiong // University of Pittsburgh, 2017. – 154 p.
7. Zain, N. M. Green synthesis of silver and copper nanoparticles using ascorbic acid and chitosan for antimicrobial applications / N. M. Zain, A. G. F. Stapley, G. Shama // *Carbohydrate Polymers*. – 2014. – Vol. 112. – P. 195–202.
8. Reyes-Blas, M. Single Step Microwave Assisted Synthesis and Antimicrobial Activity of Silver, Copper and Silver-Copper Nanoparticles / M. Reyes-Blas, N. M. Maldonado-Luna, C. M. Rivera-Quiñones, A. L. Vega-Avila, F. R. Roman-Velázquez, O. J. Perales-Perez // *Journal of Materials Science and Chemical Engineering*. – 2020. – Vol. 8. – P. 13–29.
9. Kim, J. Antimicrobial effect of silver-impregnated cellulose: potential for antimicrobial therapy / J. Kim, S. Kwon, E. Ostler // *Journal of Biological Engineering*. – 2009. – Vol. 3, № 20. – P. 1–9.
10. Pacioni, N. L. Synthetic Routes for the Preparation of Silver Nanoparticles / N. L. Pacioni, C. D. Borsarelli, V. Rey, A. V. Veglia // *Silver Nanoparticle Applications: In the Fabrication and Design of Medical and Biosensing Devices: book*. / Springer, 2015. – P. 13–46.
11. Zhang, J. Laser-Assisted Synthesis of Superparamagnetic Fe@Au Core-Shell Nanoparticles / J. Zhang, M. Post, T. Veres, Z. J. Jakubek, J. Guan, D. Wang, F. Normandin, Y. Deslandes, B. Simard // *The journal of physical chemistry. B*. – 2006. – Vol. 110. – P. 7122–7128.
12. Salata, O. V. Applications of nanoparticles in biology and medicine / O. V. Salata // *Journal of Nanobiotechnology*. – 2004. – Vol. 2, № 3. – P. 1–6
13. Ragab, H. M. Structural, thermal, optical and conductive properties of PAM/PVA polymer composite doped with Ag nanoparticles for electrochemical application / H. M. Ragab, A. Rajeh // *Journal of Materials Science: Materials in Electronics*. – 2020. – № 31. – P. 16780–16792

## ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ СОСТАВА ИНТЕРФЕРЕНЦИОННЫХ ПИГМЕНТОВ НА ИХ ФОТОКАТАЛИТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

### STUDY OF THE INFLUENCE OF THE COMPOSITION OF INTERFERENCE PIGMENTS ON THEIR PHOTOCATALYTIC PROPERTIES

Д.А. Кузнецова, Д.Ю. Репин, Н.В. Дащенко  
D.A.Kuznetsova, D.Y. Repin, N.V. Dashchenko

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

В работе приведены данные об оценке фотокаталитической активности интерференционных пигментов на основе гибридных оксидов  $\text{SiO}_2/\text{TiO}_2/\text{Fe}_2\text{O}_3$ . Изучено влияние условий синтеза золь-гель методом на фотокаталитические свойства в реакции разложения модельного раствора метиленового голубого. Рассмотрено применение синтезированных пигментов для создания самоочищающихся покрытий.

**Ключевые слова:** Интерференционные пигменты, фотокатализ, диоксид титана

The paper presents data on the assessment of the photocatalytic activity of interference pigments based on hybrid oxides  $\text{SiO}_2/\text{TiO}_2/\text{Fe}_2\text{O}_3$ . The effect of sol-gel synthesis conditions on the photocatalytic properties in the decomposition reaction of a model methylene blue solution has been studied. The use of synthesized pigments to create self-cleaning coatings is considered.

**Keywords:** Interference pigments, photocatalysis, titanium dioxide

В настоящее время соединения на основе наноразмерного диоксида титана, благодаря уникальным свойствам, открывают безграничные возможности для создания новых высокоэффективных материалов в различных областях науки и техники.

Применение данных материалов наиболее широко развивается в биологии и медицине, электронике, хранении и записи информации. Материалы, полученные на основе гидролиза продуктов алкоксидов титана в присутствии других оксидов металлов, перспективны для использования в качестве: магнитных полупроводников, магнито-оптических полупроводников, фотокатализаторов для разложения органических соединений и фотоэлектрохимической генерации водорода из воды [1].

В последнее десятилетие внимание исследователей привлечено к материалам на основе диоксида титана, модифицированного оксидами железа. Слоистые интерференционные пигменты, в которых нанослои оксидов титана и железа распределены на поверхности подложки из диоксида кремния без образования химических соединений, представляют значительный интерес в качестве фотокаталитически активных материалов.

$\text{TiO}_2$  классифицируется как полупроводник с широкой запрещенной зоной. У кристаллической формы  $\text{TiO}_2$  брукита ширина запрещенной зоны составляет 3,3 эВ, у анатаза – 3,2 эВ, у рутила – 3,0 эВ. Спектр поглощения  $\text{TiO}_2$  со структурой анатаза показан на рис. 1.

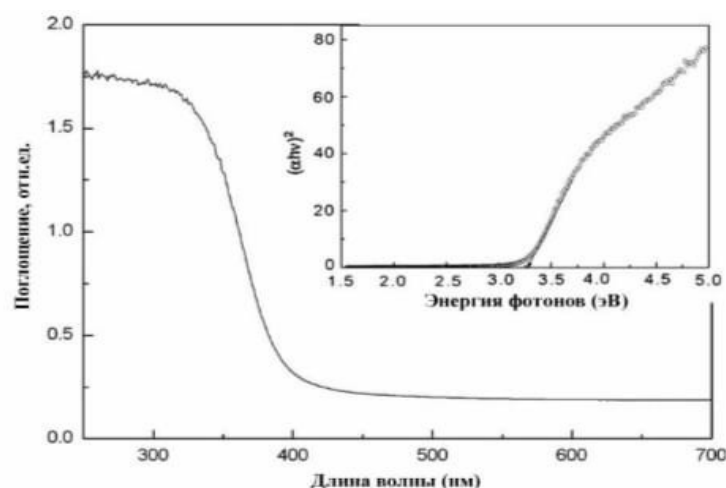


Рис. 1. Спектр поглощения  $\text{TiO}_2$  со структурой анатаза [2]

Как видно из рис. 1, спектр поглощения диоксида титана граничит с ультрафиолетовой зоной солнечного излучения. Соответственно,  $\text{TiO}_2$  без допирования проявляет фотокаталитическую активность исключительно при облучении ультрафиолетом с длиной волны менее 400 нм.

Валентная зона диоксида титана сформирована внешними  $p$  – электронами кислорода; дно зоны проводимости сформировано возбужденными ионами титана [2]. Электронные свойства  $\text{TiO}_2$  во многом обусловлены наличием частично восстановленного титана ( $\text{Ti}^{3+}$ ). Уровень частично восстановленного титана оказывается примерно на 0,2 – 0,8 эВ ниже зоны проводимости, что позволяет ( $\text{Ti}^{3+}$ ) выступать в качестве донора [2].

Наличие  $\text{Ti}^{3+}$  определяет электропроводность диоксида титана. Исходное удельное сопротивление нелегированного анатаза и рутила составляет около  $10^4 - 10^7 \Omega \cdot \text{см}$ . При формировании частично восстановленного титана  $\text{Ti}^{3+}$  удельное сопротивление анатаза снижается до  $10^{-1} \Omega \cdot \text{см}$ , а для рутила до  $10^2 \Omega \cdot \text{см}$ . Таким образом, электронные свойства диоксида титана зависят от присутствия  $\text{Ti}^{3+}$  и характера кристаллической решетки.

Для полупроводника  $\text{TiO}_2$  характерен изгиб в области пространственного заряда на границе раздела полупроводник – электролит (рис. 2). Изгиб образовывается самопроизвольно. Для структурной модификации анатаз свойственен более крутой изгиб, чем для структурной модификации рутил [3].

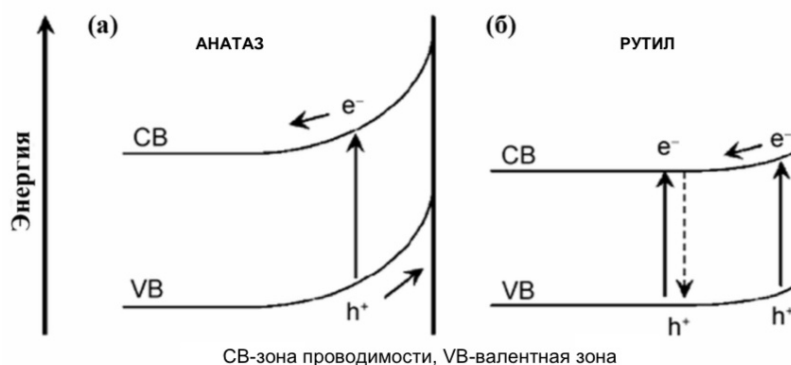
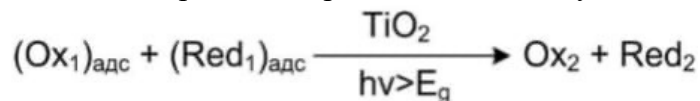


Рис. 2. Область объемного заполнения заряда в  $\text{TiO}_2$ : анатаз (а), рутил (б)

Основным для фазы анатаза является процесс захвата дырки поверхностью. Процесс происходит в результате перехода фотогенерированных дырок на поверхность частицы через крутой восходящий изгиб зон, что приводит к пространственному разделению зарядов. Для фазы рутила характерна передача дырок, расположенных близко к поверхности, способствующая объемной рекомбинации электронов и дырок.

Фотокаталитические свойства диоксида титана обеспечивают образование в полупроводниковой частице электрон-дырочных пар под воздействием электромагнитного излучения. Выход электронов и дырок на поверхность частицы обуславливает протекание окислительно-восстановительных реакций, происходящих следующим образом:



Одновременно происходит процесс объединения отдельных электронов и дырок на поверхности частиц. Следовательно, улучшение ФК свойств  $TiO_2$  предполагает снижение интенсивности процессов объединения.

Согласно данным исследований, наибольшую ФК активность демонстрирует  $TiO_2$  в структуре анатаза [4]. Данное явление обусловлено высоким расположением уровня Ферми в кристаллической модификации анатаза, что приводит к снижению способности поглощать кислород и увеличению числа гидроксильных групп на поверхности  $TiO_2$ .

В некоторых научных работах отмечается, что фаза рутил также характеризуется высокой ФК активностью. Дополнительно отмечается, что эффективность фотокатализа повышается при смешивании рутила и анатаза [5]. Вместе с тем, диоксид титана, допированный ионами железа, является перспективным фотокатализатором благодаря расширению спектра поглощения в видимую область.

Фотокаталитическая активность диоксида титана значительно увеличивается при использовании наночастиц, поскольку в частицах наноразмера вероятность выхода зарядов на поверхность катализатора оказывается более высокой. В случае использования микрочастиц вероятность снижается ввиду ограниченности глубины проникновения УФ-луча (рис. 3).

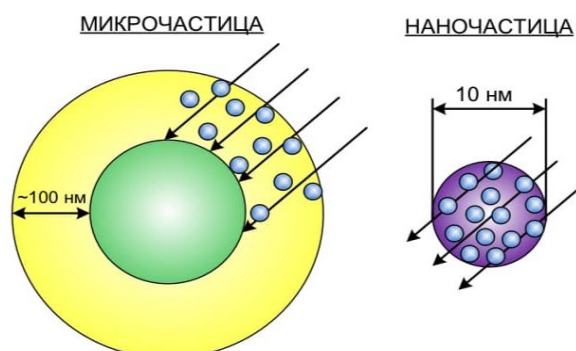


Рис. 3. Поглощение квантов света в микро- и наночастицах

Как видно из рис. 3, наночастицы способны полностью поглощать УФ-излучение. Соответственно, для применения  $TiO_2$  в процессах гетерогенного фотокатализа следует использовать частицы наноразмера.

Получение наноразмерных частиц диоксида титана можно осуществлять гидротермальным, сольвотермическим, сонохимическим, микроволновым синтезом; в золь-гель процессе; прямым окислением; осаждением из газовой фазы, электроосаждением.

Золь-гель метод получения наночастиц предполагает проведение гидролиза прекурсоров титана (алкоксида титана или тетрахлорида титана). Процесс золь-гель носит постадийный характер: на первом этапе происходит гидролиз прекурсора титана (IV), на втором – поликонденсация и образование коллоидного раствора. В результате формируются наноразмерные золь-частицы гидроксида.

Достижение плотности упаковки частиц осуществляется посредством сокращения степени гидролиза и повышением концентрации прекурсора в реакционной смеси. Это приводит к формированию цепей  $Ti - O - Ti$ , способствующих образованию трехмерного полимерного скелета с ближней степенью упорядоченности. В свою очередь, повышение содержания воды обеспечивает формирование оксида титана (IV), затормаживающего образование цепей и, соответственно, приводящего к неплотной упаковке частиц.

Одним из распространенных способов повышения фотокаталитической активности диоксида титана выступает модифицирование  $\text{TiO}_2$  посредством допирования его структуры другими элементами.

При модифицировании диоксида титана в качестве допантов могут быть использованы частицы благородных металлов (Pt, Ag, Au, Pd, Ni, Cu, Rh), обеспечивающие положительное изменение степени ФК активности  $\text{TiO}_2$  [6]. Данное явление обусловлено более низким по отношению к  $\text{TiO}_2$  уровнем Ферми у металлов. Соответственно, возбужденные электроны переходят из зоны проводимости фотокатализатора в частицы металла, а генерированные дырки остаются в зоне валентности фотокатализатора. В результате снижается вероятность рекомбинации электронов и дырок и повышает ФК активность. При этом ФК свойства зависят от дисперсности частиц металлов, а наибольшая каталитическая активность фиксируется при допировании металлическими частицами размером менее 2,0 нм.

В последнее время большую популярность приобрели пленки и покрытия с эффектом самоочищения. Покрытия на основе диоксида титана, облученные ультрафиолетом или лучами видимого спектра, способствуют упрощению процесса удаления загрязнений за счет быстрого и полноценного стекания жидкости (рис.4). Это явление обусловлено протеканием фотокатализа, а также наличием у диоксида титана супергидрофильных свойств.

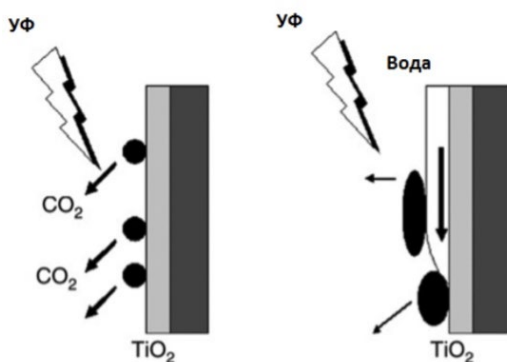


Рис. 4. Схематичное представление процесса удаления загрязнений на самоочищающихся покрытиях

Образование супергидрофильного покрытия на основе  $\text{TiO}_2$ , способного самоочищаться под воздействием ультрафиолета, осуществляется несколькими способами. Для получения самоочищающегося покрытия наиболее целесообразно использовать золь-гель метод синтеза наночастиц  $\text{TiO}_2$ , поскольку в процессе пептизации в кислой среде при температуре около  $80\text{ }^\circ\text{C}$  золя диоксида титана, полученного золь-гель методом в нейтральной среде из алкоксидных прекурсоров, происходит переход аморфной фазы диоксида титана в хорошо кристаллизованную фазу анатаза без последующей термообработки [7]. Анализ этих данных позволил сделать предположение, что при смешении пептизированных в кислой среде золь оксидов железа с пептизированными в кислой среде золями диоксида титана будут получаться хорошо кристаллизованные фазово разделенные наноструктуры.

Синтез интерференционных пигментов золь-гель методом проводили в три этапа. На первом получали пластинки из двуокиси кремния. Для этого прокрывали ленту из полиэтилентерефталата раствором жидкого стекла. Затем пленку, покрытую раствором, сушили и осаждали раствором 10 %-й соляной кислоты. Полученную суспензию фильтровали и доводили до pH 5-6. Осадок измельчали в ступке и прокачивали. Второй этап – нанесение слоя диоксида титана на пластинки двуокиси кремния. Для этого пластинки  $\text{SiO}_2$  помещали в дистиллированную воду, при перемешивании суспензию нагревали до  $80\text{ }^\circ\text{C}$  и начинали осажать покрытия, добавляя 10 %-й раствор соляной кислоты до pH 2,0, в дальнейшем для поддержания pH на необходимом уровне добавляли 10 %-й раствор NaOH.

Затем начинали добавлять 10 %-й спиртовой раствор  $\text{TiCl}_4$ . Для поддержания pH на нужном уровне постоянно вводили раствор NaOH. Суспензию после окончания введения

реагентов продолжали перемешивать в течение 15 минут, затем доводили рН до 8,0 и выдерживали при перемешивании 15 минут.

Далее снижали до 2,6 с помощью раствора HCl и наносили второй слой Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, добавляя медленно по каплям раствор FeCl<sub>3</sub> (аналогично первому), при перемешивании в течение 15 минут. Варьировали концентрацию FeCl<sub>3</sub> для получения пигментов на основе гибридных оксидов с разным содержанием Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. По окончании нанесения второго слоя Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> перемешивание продолжали еще в течение 15 минут, полученную суспензию фильтровали, промывали до нейтральной реакции, высушивали при 100 °С в течение 30 минут.

Исследование ФК активности пигментов проводили фотоокислением пигментов в свободном виде. Модельным загрязнителем для данного эксперимента был выбран метиленовый голубой (МГ) – органический краситель тиазинового ряда.

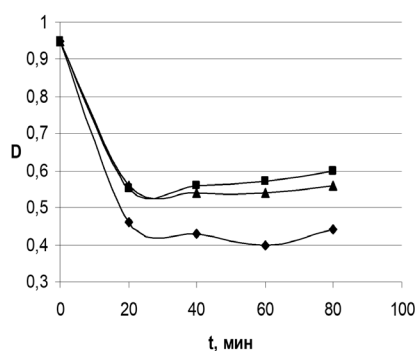
Для проведения данного эксперимента, навески синтезированных и промышленных интерференционных пигментов состава SiO<sub>2</sub>/TiO<sub>2</sub>, SiO<sub>2</sub>/TiO<sub>2</sub>/Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> и SiO<sub>2</sub>/Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, массой 0,02 г помещали в чашки Петри и заливали 50 мл МГ. Чашки Петри с раствором помещали под УФ-лампу и облучали. Измерение оптической плотности растворов МГ с пигментами проводилось каждые 20 минут.

По полученным данным строили зависимость оптической плотности раствора МГ от времени облучения в реакции фотокаталитического окисления на синтезированных пигментах, представленную на рис. 6,б. Для сравнения эффективности ФК свойств использовали промышленные марки фотокаталитических пигментов, характеристика которых приведена в табл., а ФК свойства на рис.6,а.

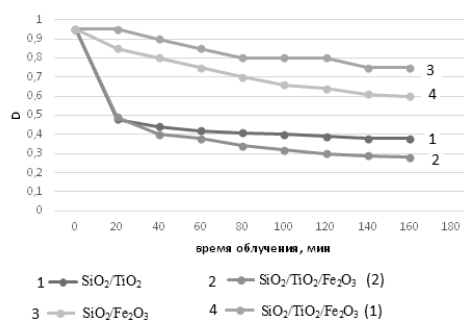
Таблица 1

Характеристика промышленных марок пигментов

Тип	Цвет	Размер частиц, мкм	Содержание, %		
			SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub> (рутил)	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
КС 153	Сверкающий перламутр	20-100	80-90	10-20	—
КС 353	Рыжеватый золотистый	10-100	61-69	15-19	16-20
КС 505	Красно-сиреневый	10-60	48-55	—	45-52



а



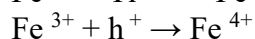
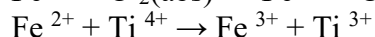
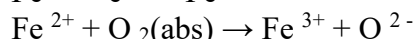
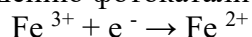
б

Рис. 5. Зависимость оптической плотности раствора метиленового голубого от времени облучения

Анализ полученных экспериментальных данных свидетельствует о том, что при увеличении площади контакта частиц пигментов с УФ-лучами происходит увеличение скорости ФК деструкции модельного раствора. Также установлено, что повышение концентрации фотокаталитического пигмента в системе с МГ увеличивает скорость фотоокислительной деструкции. Ключевым элементом, обеспечивающим высокие ФК свойства, является наноразмерный диоксид титана, причем при допировании оксидом железа III в низкой концентрации ФК свойства усиливаются. В целом, наноразмерные

интерференционные пигменты в свободном состоянии демонстрируют высокую скорость ФК окисления модельного раствора, поскольку сильное снижение интенсивности окраски МГ наблюдается за 20 - 30 мин облучения.

Улучшение фотокаталитической активности может быть связано с замедлением рекомбинации электронно-дырочных пар путем введения ионов железа в решетку анатаза. Данное заключение объясняется тем, что ионы железа могут выступать в качестве  $e^-/h^+$  ловушек, способствующих замедлению скорости рекомбинации электронно-дырочных пар и повышению фотокаталитической активности в соответствии со следующими реакциями:



Из приведенных выше реакций следует, что, присутствие ионов железа, особенно при низких концентрациях, замедляет скорость рекомбинации электронно-дырочных пар и повышает фотокаталитическую активность. Но с увеличением содержания допирующей примеси, ионы железа становятся центрами рекомбинации и уменьшают фотокаталитическую активность.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Gupta, A. K. Synthesis and surface engineering of iron oxide nanoparticles for biomedical applications/ A. K. Gupta, M. Gupta// J. Biomaterials.- 2005. Vol. 26. - P. 3995–4021.
2. Zhao Y, Li C., Liu X., Gu F., Jiang H., Shao W., Zhang L., He Y. Synthesis and optical properties of TiO<sub>2</sub> nanoparticles // Materials Letters. 2007. V.61. №1. P. 79-83.
3. Lia G., Chena L., Graham M. E., Gray K. A. A comparison of mixed phase titania photocatalysts prepared by physical and chemical methods: The importance of the solid–solid interface // Journal of Molecular Catalysis A: Chemical. 2007. V.275. №1. P. 30-35.
4. Linsebigler A. L., Lu G., Yates J. T. Photocatalysis on TiO<sub>2</sub> Surfaces: Principles, Mechanisms, and Selected Results // Chemical Reviews. 1995. V.95. P. 735-758.
5. Ohno T., Sarukawa K., Tokieda K., Matsumura M. Morphology of a TiO<sub>2</sub> Photocatalyst (Degussa, P-25) Consisting of Anatase and Rutile Crystalline Phases // Journal of Catalysis. 2001. V.203. №1. P. 82-86.
6. Yu J.C., Yu J., Ho W., Jiang Z., Zhang L. Effects of F<sup>-</sup> Doping on the Photocatalytic Activity and Microstructures of Nanocrystalline TiO<sub>2</sub> Powders // Chemistry of Materials. 2002. V.14. №9. P. 3808-3816.
7. Agafonov A.V. Sol–gel synthesis, preparation and characterization of photoactive TiO<sub>2</sub> with ultrasound treatment / Agafonov A.V., Vinogradov A.V.// J Sol-Gel Sci Technol.- 2009.- Vol. 49.- P. 180–185.



## ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ ТКАНЕЙ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

### INVESTIGATION OF THE FIRE HAZARD OF TISSUES SPECIAL PURPOSE

Н.А. Курылев, А.Х. Салихова, О.Г. Циркина, С.А. Сырбу  
N.A. Kurylev, A.H. Salikhova, O.G. Tsirkina, S.A. Syrbu

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России  
Ivanovo Fire and Rescue Academy of the State Fire Service of the Ministry of the Russian  
Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters  
E-mail: [salina\\_77@mail.ru](mailto:salina_77@mail.ru), [ogtsirkina@mail.ru](mailto:ogtsirkina@mail.ru), [syrbue@yandex.ru](mailto:syrbue@yandex.ru)

Актуальность данной работы определяется тем, что снижение показателей пожарной опасности текстильных материалов специальной одежды боевой одежды пожарных, с учётом их свойств и структурных особенностей позволит обеспечить уменьшение пожарной опасности тканей специальной одежды и их воспламеняемость. Применение новых огнезащитных составов и технологий их нанесения на ткани позволит повысить уровень пожарной безопасности тканей специальной одежды, которые используются пожарными.

**Ключевые слова:** пожарная опасность, огнезащитный состав, специальная одежда, воспламеняемость.

The relevance of this work is determined by the fact that reducing the fire hazard indicators of textile materials of special clothing of firefighters, taking into account their properties and structural features, will allow reducing the fire hazard of special clothing fabrics and their flammability. The use of new flame retardants and technologies for their application to fabrics will increase the level of fire safety of special clothing fabrics used by firefighters.

**Keywords:** fire hazard, flame retardant, special clothing, flammability.

Целью работы является разработка огнезащитной композиции для тканей специального назначения, направленных на обеспечение пожарной безопасности пожарных, необходимой для охраны здоровья в условиях воздействия открытого пламени.

Для реализации поставленной цели решены следующие задачи:

- выполнен обзор требований к специальной одежде и анализ существующих способов защиты тканей от воздействия опасных факторов;
- разработана рецептура огнезащитных составов для тканей;
- проведены испытания образцов ткани с огнезащитной обработкой на устойчивость к воздействию пламени;

Особое внимание необходимо обратить на одежду для защиты от повышенных температур – специальная одежда, позволяющая защитить работника от воздействия высоких температур, открытого пламени, контактного и конвекционного тепла. Такая одежда производится для людей, работающих в условиях повышенного риска – это комплекты боевой одежды пожарного.

Одним из главных показателей одежды такого типа является огнезащита. Производство должно быть сертифицировано по российским и международным стандартам и соответствовать требованиям норм промышленной безопасности.

Разрабатываемая огнезащитная композиция не должна при этом ухудшать основные потребительские свойства ткани:

- поверхностная плотность в установленных пределах от 250 до 700 г/м<sup>2</sup> (в зависимости от типа БОП);
- прочность;

- фактурность и долговечность;
- практичность;
- высокие тактильные свойства и функциональность.

Для оценки эффективности предложенного в работе антипирена был выбран текстильный материал брезент с поверхностной плотностью 360 г/м<sup>2</sup>, использующийся для пошива БОП. Для сравнения применялся образец ткани БОП с промышленной обработкой (поверхностная плотность 402 г/м<sup>2</sup>). Перед испытаниями материалы подвергали пятикратной стирке.

Для исследования было подготовлена огнезащитная композиция следующего состава: 20 масс. частей эмульсионного поливинилхлорида (ПВХ), 14 масс. частей пластификатора диоктилфталат (ДОФ), частицы диоксида титана TiO<sub>2</sub> – 2% от массы композиции.

Нанесение огнезащитного состава производилось ракельным методом на образцы брезента с одной стороны. Далее, проводилась тепловая обработка 3-5 минут при температуре 150°C в горячем воздухе.

Как было ранее отмечено, обработка огнезащитным составом не должна ухудшать свойства ткани. В среднем привес обработанной ткани составил 50%.

Материалы для БОП должны соответствовать требованиям таких нормативных документов как:

1. ГОСТ Р 53264-2019. Техника пожарная. Одежда пожарного специальная защитная. Методы испытаний [1].
2. НПБ 157-99 Боевая одежда пожарного. Общие технические требования. Методы испытаний [2].

Согласно этим документам, материалы должны соответствовать нормативам по показателям, приведенным в табл. 1.

Таблица 1

Требования к текстильным материалам для боевой одежды пожарного

Наименование показателя*	Значение показателя	Метод испытаний
Морозостойкость, °С, не выше	Минус 40	ГОСТ 15162
Устойчивость к многократному изгибу, циклов, не менее	300 000	ГОСТ 8978
Кислородный индекс, % (об.), не менее	28	НПБ 157-99
Устойчивость к воздействию теплового потока 5 кВт/м, с, не менее	240	НПБ 157-99, ГОСТ Р 53264-2019
Устойчивость к однократному воздействию открытого пламени, с, не менее	5	НПБ 157-99, ГОСТ Р 53264-2019
Устойчивость к воздействию температуры окружающей среды 200 °С, с, не менее	180	НПБ 157-99

\*Для БОП 1

В работе проводились испытания на устойчивость к воздействию пламени [3,4] и на кислородный индекс [5].

По результатам испытаний образец ткани, обработанный новым составом, был классифицирован как трудногорючий материал. На его поверхности в результате огневого

воздействия образовался карбонизированный слой, сдерживающий горение и распространение пламени.

Требования к результатам испытания по ГОСТ Р 53264-2019. Материал считается выдержавшим испытания, если:

- время остаточного горения и время остаточного тления материалов – не более 2 с;
- отсутствуют разрушения (сквозной прогар);
- площадь повреждения покрытия образцов материала – не более 25 % общей площади испытуемого образца;
- отсутствуют разрушения (сквозной прогар) тканевой основы материала
- уменьшение линейных размеров образцов материала – не более 10 %.

В табл. 2 сведены результаты испытаний.

Таблица 2

Обобщение результатов испытания

Регистрируемые параметры	Испытания (средние показатели)	
	Промышленный образец ткани	Обработанная ткань (новый состав)
Время остаточного горения, с	80	0 (горела пленка)
Достигла ли нижняя граница пламени верхнего или вертикального (бокового) края при испытаниях пробы	Да	Нет
Образовалась ли дыры при испытаниях	Да	Нет
Наблюдалось ли горение пробы или появление расплавленных остатков	Наличие пепла	Нет
Время послесвечения с точностью до целых чисел	-	-
Длина обугленного участка, мм	200	80
Кислородный индекс, %	24	28

Проведенные испытания дали следующие результаты:

- промышленный образец ткани в ходе испытания сгорел полностью. Это может свидетельствовать о том, что после 5 стирок огнезащитная обработка смылась и ткань стала не устойчива к воздействию пламени;

- на образце ткани, обработанной предлагаемым составом на основе ПВХ, образуется пленка. Наблюдается незначительный эффект «вспучивания» при контакте с пламенем. Полученный состав можно отнести к интумесцентным («вспучиваемым») антипиренам, которые при действии тепла и пламени расширяются, увеличивают свой объем и образуют твердую вспененную массу, проявляющую теплозащитные свойства по отношению к нижележащему слою материала.

Дальнейшие исследования предполагается продолжить в направлении совершенствования поверхностно наносимых составов на основе поливинилхлорида с целью повышения степени защиты текстильного материала к действию открытого пламени.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ Р 53264-2019. Техника пожарная. Одежда пожарного специальная защитная. Методы испытаний.
2. НПБ 157-99 Боевая одежда пожарного. Общие технические требования. Методы испытаний.
3. ГОСТ 11209-2014 «Ткани для специальной одежды. Общие технические требования. Методы испытаний».
4. ГОСТ Р ИСО 6941-99 «Система стандартов безопасности труда. Материалы текстильные для средств индивидуальной защиты. Метод определения способности распространения пламени на вертикально ориентированных пробах».
5. ГОСТ 21793-76. Пластмассы. Метод определения кислородного индекса.

## УМНЫЙ ТЕКСТИЛЬ В АРХИТЕКТУРЕ И СТРОИТЕЛЬСТВЕ

### SMART TEXTILE IN ARCHITECTURE AND BUILDING

И.А. Леонтьев, М. А. Стасева  
I.A. Leontyev, M.A. Stasheva

Ивановский государственный политехнический университет  
Ivanovo State Polytechnic University  
E-mail: ilya\_leontev\_37@mail.ru, marinastasheva@mail.ru

В настоящее время текстильные материалы используются не только в традиционных целях (для изготовления одежды), но и в других отраслях. В частности, в архитектуре и строительстве. В статье рассмотрен краткий ассортимент «умных» текстильных материалов, применяемых в архитектурном и интерьерном дизайне. Установлено, что эти материалы одновременно функциональны, надежны и эстетичны.

**Ключевые слова:** умный текстиль, дизайн, строительство, архитектура, интерьерный текстиль.

Currently, textile materials are used not only for traditional purposes (for the manufacture of clothing), but also in other industries. In particular, in architecture and construction. The article describes a short range of "smart" textile materials used in architectural and interior design. It has been established that these materials are both functional, reliable and aesthetic.

**Keywords:** smart textiles, design, construction, architecture, interior textiles.

Текстиль в архитектуре применяют для отделки фасадов и покрытия кровли. Из-за низкой плотности, такой текстиль способен защитить архитектурное сооружение от воздействия окружающей среды.

Преимуществами умного текстиля в строительстве являются относительная простота монтажа и эксплуатации, а также уникальные эстетические свойства. По этим причинам умный текстиль со временем стал активно использоваться в строительстве многих зданий и сооружений. Архитектурный текстиль делится на два вида: «умный» текстиль и технический текстиль [1].

«Умный» текстиль является концептуальным материалом. Его получают путем наложения нескольких слоев с добавлением различных покрытий, обладающих специальными свойствами, которые могут различно менять свойства основного материала. Примером «умного» текстиля являются покрытия, способные аккумулировать солнечную энергию.

«Умные» материалы становятся все более незаменимы для успешного строительства, эффектного архитектурного или интерьерного дизайна. Они сочетают практичность и необыкновенную функциональность, позволяя защищать здания от воздействия окружающей среды, а также украшать их хоть снаружи, хоть изнутри.

Перед строительством дома нужно учесть массу нюансов: его фундамент со временем может просесть, утеплитель отсыреет и потеряет свои свойства, а перед открытым пламенем и вовсе не устоит ни одна конструкция. «Умный» текстиль выручит во многих таких ситуациях. На данный момент существует несколько видов: огнестойкие ткани; паронепроницаемые материалы; изоляционные полотна; геотекстиль.

В строительном производстве «умные» ткани применяются уже давно. Архитектурные ткани более мобильные и гибкие, чем традиционные облицовочные средства. К примеру, они легко окрашиваются в нужный цвет, мало весят, просты в эксплуатации. Из них получают конструкции, которые по желанию архитектора могут иметь различные эстетические свойства. Более того, архитектурный текстиль облегчает решение ряда проблем, связанных с «коварством» погоды – порывистыми ветрами, «активным» летним солнцем, ливнями.

Благодаря изменению состава пряжи тканые материалы могут приобретать свойства для защиты от неблагоприятных факторов окружающей среды.

Все более широкое распространение приобретают «фасадные» архитектурные ткани. Они позволяют: придать эстетические свойства; защитить архитектурные конструкции от негативных факторов окружающей среды; обеспечить эффективную вентиляцию помещений; обеспечить прочность и износостойкость архитектурного сооружения.

Среди «умных» тканей с перечисленными свойствами можно выделить ткани с защитными функциями, которые позволяют создавать постоянные или временные конструкции, успешно регулирующие количество света, пропускаемого внутрь конструкция из ткани для освещения помещений. Солнцезащитные ткани особенно актуальны для административных и «деловых» зданий, для частных домов с рабочими кабинетами и любых других построек, постоянно находящихся в зоне палящего солнца. Также они помогают защитить строение от теплового излучения и снизить расходы на кондиционирование воздуха.

Если же от солнца надо уберечь не все помещение, а только его часть, в таком случае из архитектурных тканей создают специальные навесы или заслоны. Они выглядят менее громоздкими по сравнению с традиционными конструкциями, просты в «возведении» и уходе, более элегантны, обеспечивают оптимальное освещение. Более того, из ткани легко спроектировать складной или выдвигающийся навес.

Отметим также материалы с усиленной функцией влаго-, грязе- или ветрозащиты. Их используют для так называемой «одежды» здания, создания системы навесного и экранного типа, дополнение архитектурных композиций козырьками и заслонами; «строят» полноценные крыши, которые пропускают свет, но не дают природным капризам проникнуть внутрь.

В настоящее время достаточно распространены блэкауты. Они создают «сонную» атмосферу в спальнях, избавляют от лишнего уличного света и бликов залы кинотеатров. Кроме того, в помещениях санитарного назначения очень к месту приходятся ткани с сильными антибактериальными свойствами. Аллергикам легче дышится в комнатах с материалами, которые умеют чистить воздух. А если они еще и огнестойкие, их «навыками» с удовольствием пользуются рестораны и похожие заведения.

Функциональный интерьерный текстиль можно с успехом использовать и для зонирования пространства: отделить рабочее место или место для детских игр с помощью шумопоглощающей тканевой ширмы, за светоизоляционной занавеской спрятать кладовую [2-4].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Игнатова, О. А. Архитектурный текстиль и его виды. Изучение свойств / О. А. Игнатова, М. Д. Бельский, А. А. Налесник // Технические науки в России и за рубежом: Материалы VII Международной научной конференции, Москва, 20–23 ноября 2017 года. – Москва: Издательский дом "Буки-Веди", 2017. – С. 111-115. – EDN ZTAWUX.
2. Московченко, И. Д. Использование архитектурного текстиля в общественном строительстве / И. Д. Московченко // Международный студенческий строительный форум - 2016 : (к 45-летию кафедры строительства и городского хозяйства): электронный сборник докладов, Белгород, 24 ноября 2016 года. – Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2016. – С. 757-760. – EDN YMJTRF.
3. Кравченко, В. А. Архитектурный текстиль / В. А. Кравченко // Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова, Белгород, 01–30 мая 2015 года / Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. – Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2015. – С. 1780-1783. – EDN USQQAT.
4. «Умные» ткани в строительстве и дизайне. – URL: <http://umnietkani.ru/all-news/umnyye-tkani-v-stroitel%27stve-i-dizayne.html> (дата обращения: 06.12.2021).

## **ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТЕЛЕЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ НЕТКАНЫХ ПОЛОТЕН С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРИРОДНОГО СЫРЬЯ**

### **DESIGN OF SHELVING MATERIALS BASED ON NONWOVEN FABRICS USING NATURAL RAW MATERIALS**

Н.Р. Лотоцкий, Г.М. Коваленко  
N.R. Lotockij, G.M. Kovalenko

Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина  
(Технологии. Дизайн. Искусство.) (Москва)  
The Kosygin State University of Russia (Technologies. Design. Art.) (Moscow)  
E-mail: kick119311@yandex.ru, gregoryi84@mail.ru

**В работе получены нетканые материалы на основе смесок полиэфирных, бикомпонентных волокон с различным содержанием в смеси волокон овечьей шерсти и гидрофильных отходов кожевенного, вискозного и деревообрабатывающего производств. Изучены прочностные и гигиенические характеристики произведённых нетканых полотен. На основе полученных результатов сделаны выводы об изменении свойств и пригодности использования нетканых полотен с гидрофильными наполнителями для создания стелечных материалов.**

**Ключевые слова:** нетканые материалы, волокна, отходы, иглопрокалывание, термоскрепление.

**In this work, non-woven materials based on mixtures of polyester, bicomponent fibers with different content of sheep wool fibers and hydrophilic wastes from leather, viscose and woodworking industries were obtained. The strength and hygienic characteristics of the produced non-woven fabrics were studied. Based on the results obtained, conclusions were drawn about the change in the properties and suitability of using non-woven fabrics with hydrophilic fillers to create insole materials.**

**Keywords:** nonwovens, fibers, waste, needle piercing, thermal bonding.

Нетканые материалы – это одно из перспективных направлений развития отрасли лёгкой и текстильной промышленности. Мобильность и простота технологического процесса производства нетканых материалов, экологическая безопасность, практически полное отсутствие отходов – всё это позволяет считать данное направление современным и востребованным в будущем. Правильно подбирая и варьируя такие характеристики волокон как: длина, толщина, тонины, степень извитости, усадка и многие другие, можно получать материалы с заранее заданным комплексом свойств, что актуально для современного потребителя [1].

Основным волокнистым сырьём для производства нетканых полотен является полиэфирное волокно. Нетканые полиэфирные холсты применяются во многих областях народного хозяйства: автомобилестроение, производство геотекстильных материалов, кровельных композитов, фильтров для производственных помещений, сорбентов для ликвидации техногенных катастроф, производстве бытовых приборов и т.д. [2].

Производство нетканых материалов, в том числе по иглопробивной технологии позволяет мобильно менять ассортимент продукции путём вариации смесок волокон. Распространёнными тенденциями в отрасли производства нетканых волокнистых холстов являются использование бикомпонентных волокон с низкоплавкой оболочкой для операций термоскрепления; минеральных и углеродных волокон для создания электропроводящих композитов и высокопрочных полотен, а также применение натуральных волокон. В ряде работ известно сочетание в смеси полиэфирных и растительных волокон (хлопок, лён, конопля, бамбук), а также шерсти и шёлка. Другой актуальной задачей является использование отходов деревообрабатывающих, текстильных и кожевенных производств для повышения гигиенических свойств стелек, а также решения задач экологии [3].

Использование натуральных волокон в смеси с полиэфирными, а также высокогидрофильных отходов, позволяет регулировать сорбционные свойства нетканых волокнистых полотен и повышать показатели гигиенических свойств, что является актуальной задачей при создании обувных материалов, таких как стельки, подкладки и т.д. [4].

Цель работы – разработка и исследование нетканых полотен с использованием природного сырья для создания стелечных материалов, сочетающих в себе высокие показатели гигиенических и механических свойств.

Объектами исследования в работе являлись следующие волокна и нетканые материалы: полиэфирные волокна 0,33 текс (ТУ 6-13-0204077-95 – 91, Могилевского комбината химволокно, Беларусь), бикомпонентные волокна структуры «ядро» (полиэфир) – «оболочка» (полипропилен) 0,44 текс, (фирмы «Самсунг», Республика Корея), овечьи шерстяные волокна 1,5 текс (ООО «Научно-исследовательский институт нетканых материалов», г. Серпухов). Кожевенная стружка (ОСТ 17-245-73) хромового метода дубления, полученная в реальных производственных условиях при шлифовании лицевой поверхности кожевенного полуфабриката, имеет окраску от серого до голубовато-зеленого, содержание в процентах от массы сухого вещества: влаги не менее 30%, жира не более 15%, оксида хрома не менее 3,5%, золы не более 15%, ширина пучков составляла от 600 мкм до 1 мм, ширина фибриллы в пучке:  $\approx 10$  мкм. Вискозное волокно белое, полученное в реальных производственных условиях путём реакции ксантогенирования целлюлозного волокна (ГОСТ 10546-80), длина от 800 мкм до 1 мм, ширина 23 мкм. Опилки берёзовые (ГОСТ 12431-72), полученные при обработке деревянных полуфабрикатов при операциях строгания и фрезерования.

Все нетканые материалы были получены при соотношении полиэфирного и бикомпонентного волокна 80:20 соответственно. Содержание шерстяного волокна и гидрофильных отходов производства в смеси составляло 10%, 20% и 30% по массе. Нетканые материалы были получены механическим способом формирования волокнистого холста на агрегате Шпиннбау (Германия), с последующим его упрочнением методом иглопрокалывания на аппарате Дило (Германия). Количество проколов на единицу поверхности составляло  $180 \text{ см}^{-1}$ . Процесс термоскрепления осуществляли на двухвалковом каландре при скорости каландрования 1,2 м/мин и температуре 150 °С. Поверхностная плотность исходных образцов составляла  $230 \text{ г/м}^2$ . Нетканые материалы с отходами получали по следующей схеме: два нетканых полотна на основе смеси ПЭ и БКВ волокон в соотношении 80:20 с поверхностной плотностью  $230 \text{ г/м}^2$  дублировались посредством иглопрокалывания, при этом отходы производства располагались между слоями нетканых полотен, далее происходил процесс термоскрепления.

Известно, что для обувных стелечных материалов, таких как (латексные с активированным углём, текстильные, силиконовые, кожаные, гелевые, войлочные, меховые, пробковые) нормируются следующие группы показателей механических и гигиенических свойств: (плотность, жёсткость при статичном изгибе, относительное удлинение, намокаемость за 2 ч, гигроскопичность, влагоотдача, влажность, истираемость во влажном состоянии в продольном направлении). Основными задачами работы, согласно цели, являлись: создание стелечных материалов, сочетающих в себе высокие показатели гигиенических свойств при достаточной и удовлетворительной прочности; снижение стоимости стелечных материалов за счёт использования отходов производств; «зелёные технологии, экологичность».

На первом этапе работы изучены показатели физико-механических характеристик нетканых стелечных материалов:



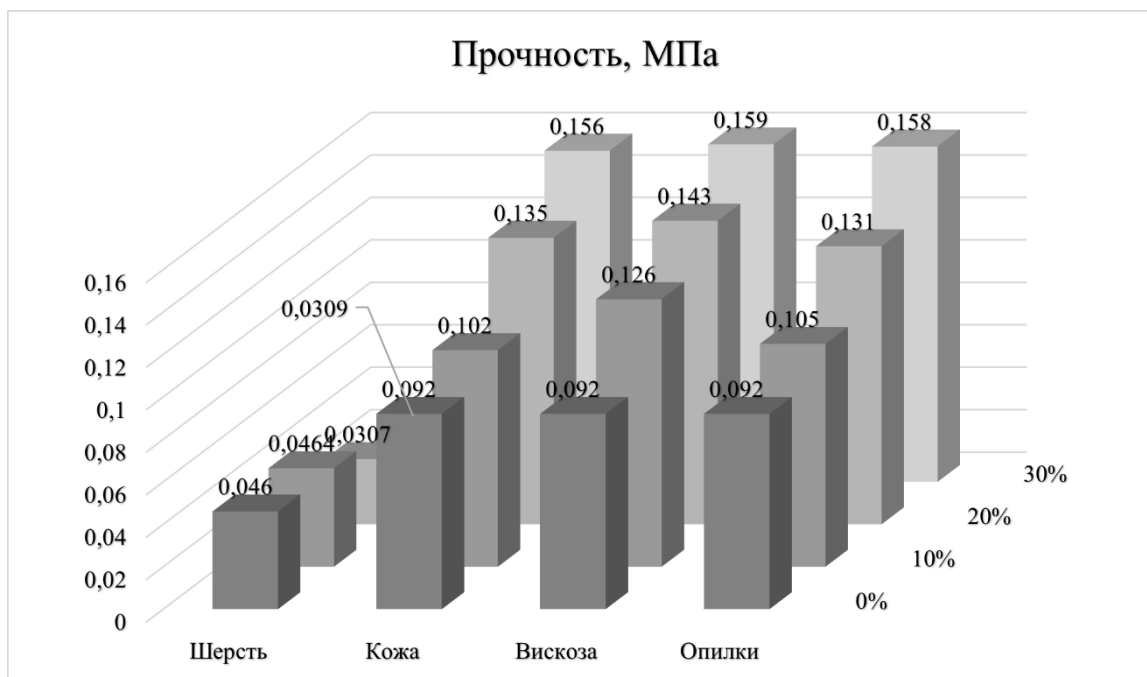


Рис. 1. Показатели прочности нетканых стелечных материалов

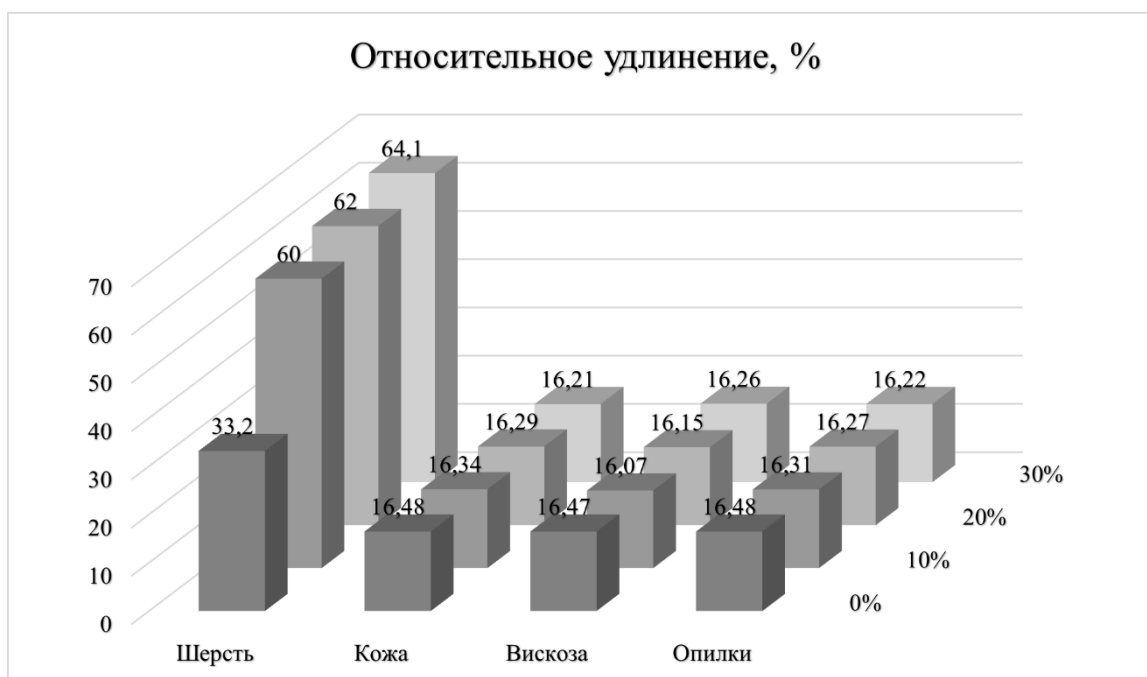


Рис. 2. Показатели относительного удлинения нетканых стелечных материалов

Видно (рис. 1), что повышение концентрации отходов производств в смеси незначительно снижает показатель прочности стелечного материала, тогда как относительное удлинение остаётся практически неизменным. В случае использования шерстяных волокон относительное удлинение возрастает в 1,5-2 раза по сравнению с немодифицированным полиэфирным холстом (рис. 2). Это объясняется более высокой эластичностью волокон шерсти, в отличие от полиэфирных.

Для обувных стелечных и подкладочных материалов основным показателем износостойкости является истираемость в условиях относительной влажности внутриобувного пространства.

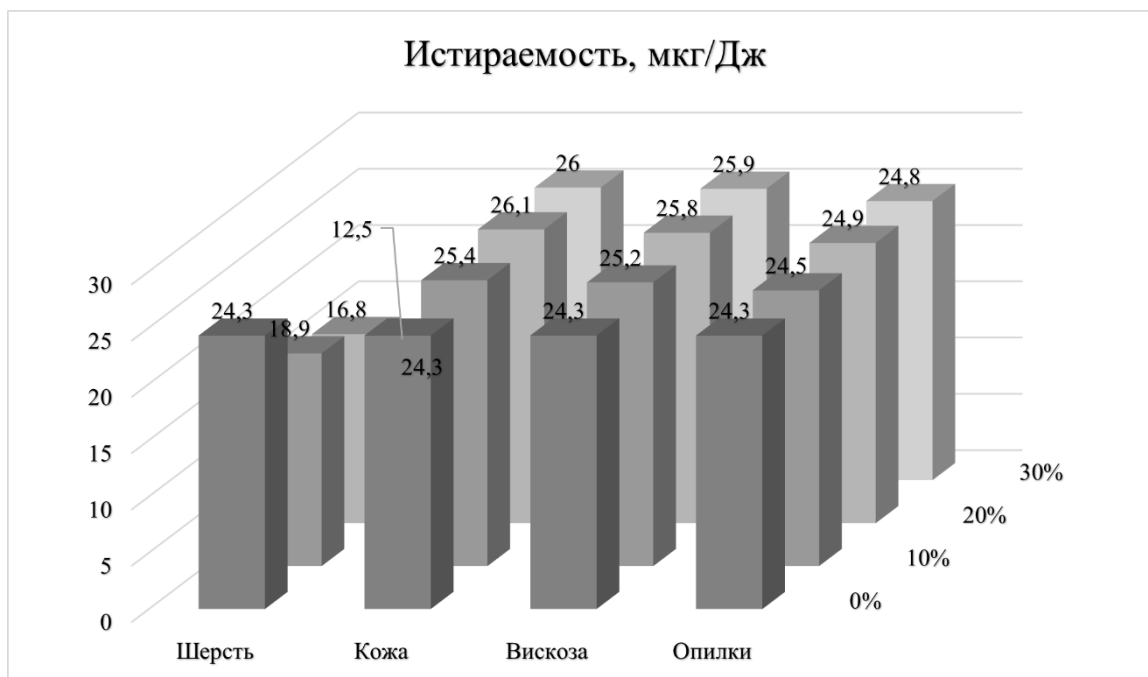


Рис. 3. Показатели истираемости нетканых стелечных материалов

Из результатов (рис. 3) видно, что образцы с содержанием овечьей шерсти до 30% процентов обладают наименьшими показателями истираемости, тогда как при использовании гидрофильных отходов при увеличении толщины материала показатель истираемости остаётся неизменным, что ожидаемо приведёт к увеличению продолжительности носки изделия.

Ведущей задачей по разработке и проектированию стелечных материалов является повышение показателей гигиенических свойств. Согласно концепции С.А. Павлова и А.Д. Зайончковского, комфортность во внутриобувном пространстве достигается при использовании материалов с развитой капиллярно-пористой структурой, высокой гигроскопичностью и влагоотдачей.

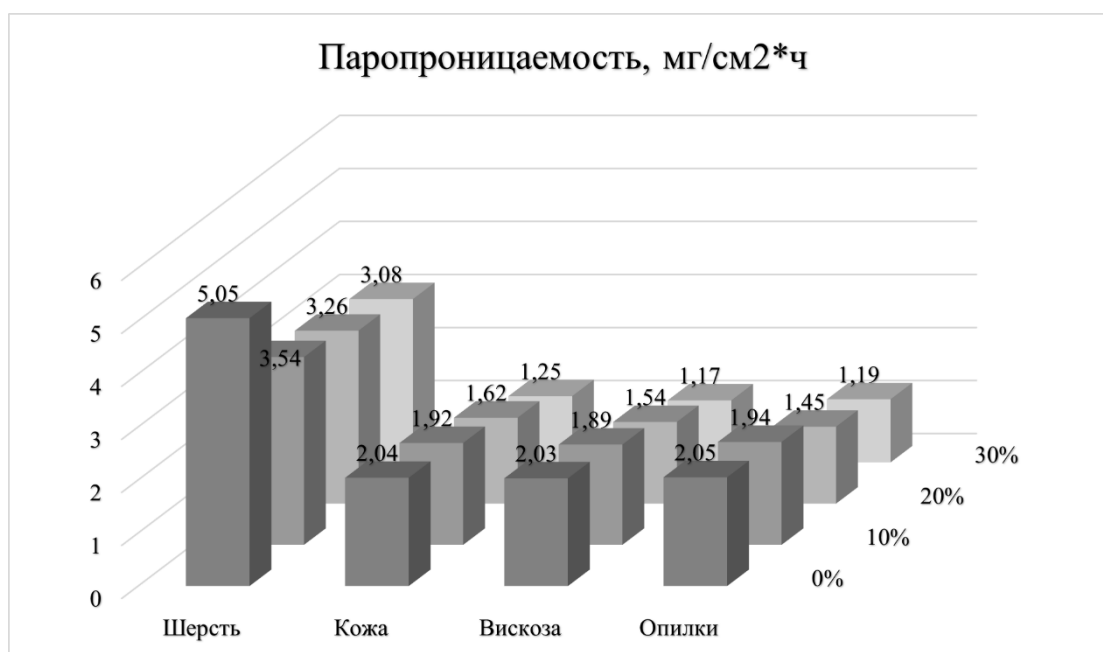


Рис. 4. Показатели паропроницаемости нетканых стелечных материалов

Видно (рис. 4), что повышение концентрации отходов производств в нетканом полотне снижает показатели паропроницаемости стелечного материала, тогда как при увеличении содержания шерстяных волокон паропроницаемость снижается незначительно. Однако, при прочих равных условиях показатели паропроницаемости стелечных материалов выше, чем у традиционно используемых обувных материалов, таких как искусственная кожа, синтетический велюр.

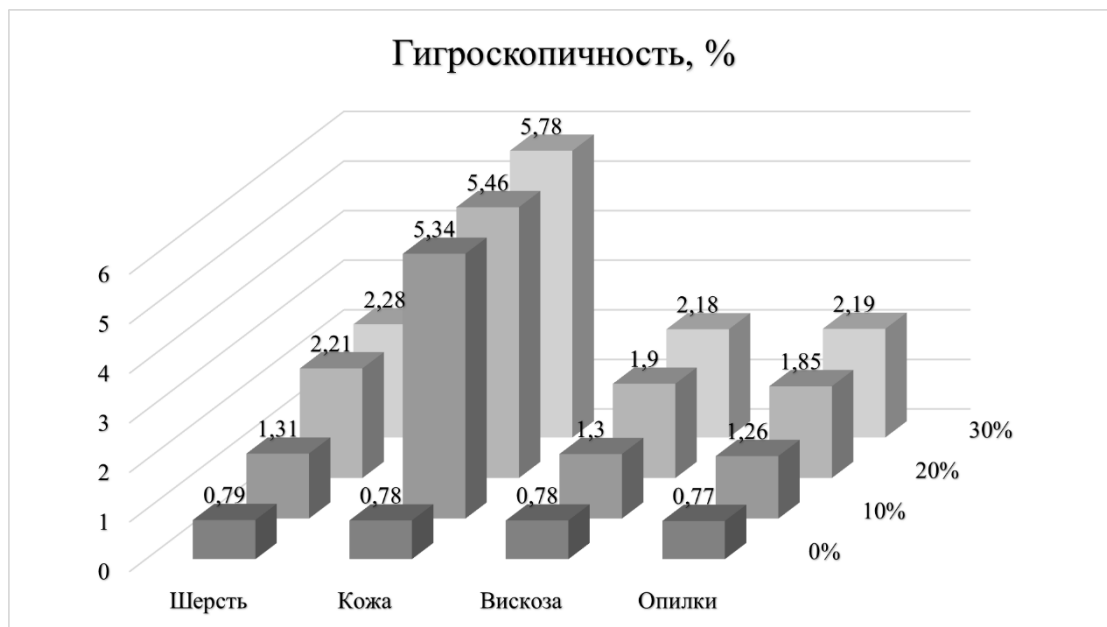


Рис. 5. Показатели гигроскопичности нетканых стелечных материалов

При создании композиционного нетканого материала на основе природного сырья показатели гигроскопичности значительно увеличиваются (рис. 5): при использовании берёзовых опилок и вискозного волокна примерно в 2 раза, в случае кожевенных волокон от 0,79% до 5,78%, а при добавлении шерстяного волокна до 2,28%. Однако, также целесообразным являлось бы дополнительное исследование на гигроскопичность при использовании жидкостей, имитирующих пот.

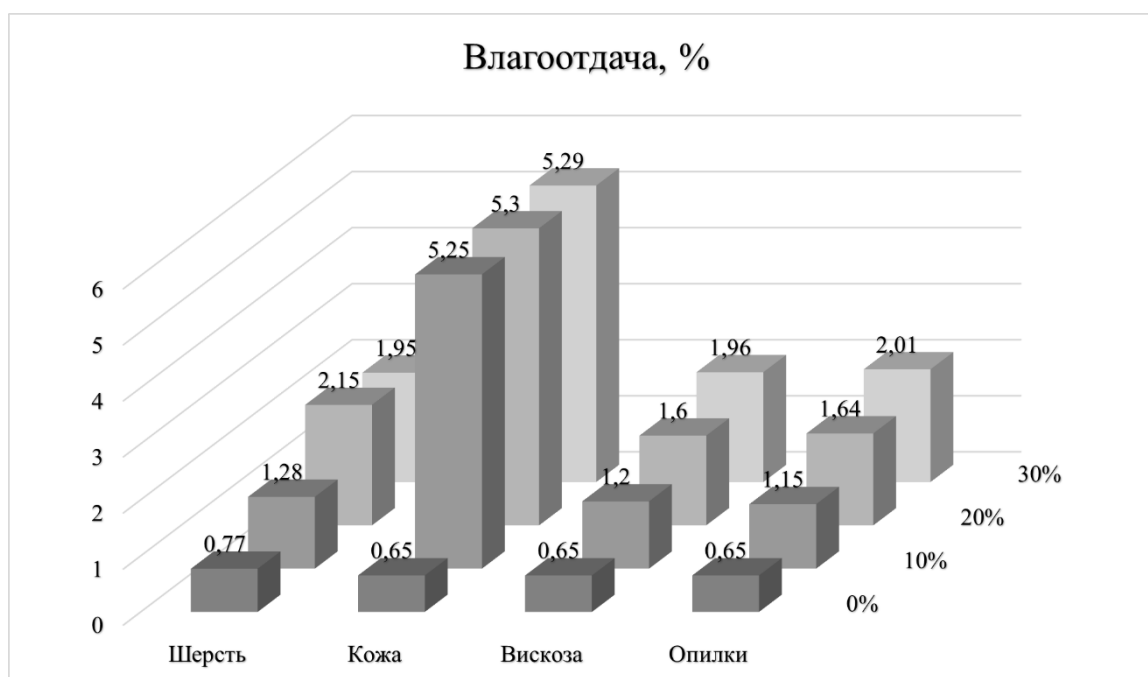


Рис. 6. Показатели влагоотдачи нетканых стелечных материалов

Комфортность носки изделия должна обеспечиваться хорошим отводом сорбированной влаги во внешнюю среду при комнатной температуре, а также повышенной температуре при сушке. При анализе видно (рис. 6), что гистерезис показателей гигроскопичности и влагоотдачи в среднем не превышает 10%, что говорит о целесообразности применения гидрофильных отходов, а также шерстяного волокна при производстве обувных стелечных материалов.

Таким образом, в работе были получены нетканые стелечные материалы на основе смесок полиэфирных волокон, шерстяного волокна и гидрофильных отходов кожевенного, вязкого и деревообрабатывающего производств. По результатам исследования показателей физико-механических и гигиенических свойств для комфортной носки можно рекомендовать стелечные материалы с содержанием шерсти и кожевенной стружки в смеси до 30%.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Тенденции развития производства нетканых материалов [Электронный ресурс] / Информационный портал «Studopedia.info» – Режим доступа: <https://studopedia.info/7-41250.html>, свободный – Загл. с экрана.
2. Сфера применение нетканого полотна. [Электронный ресурс] / Интернет-портал «Polyline.ru» - Режим доступа: <https://www.polyline.ru/articles/sfery-primeneniya-netkanogo-polotna-proizvodstvo-mebeli>, свободный - Загл. с экрана.
3. Сергиенков А.П.// Полимерные материалы// Новые разработки по совершенствованию и расширению ассортимента нетканых материалов 2015, № 8, с. 26.
4. Применение нетканых материалов [Электронный ресурс] / Интернет-портал «Novamsk.ru» – Режим доступа: <https://novamsk.ru/articles/primeneniye-netkanyh-materialov.html>, свободный - Загл. с экрана.

## **АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ИСХОДНОГО СЫРЬЯ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ НА ПОТРЕБИТЕЛЬСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СТРЕТЧ-ПЛЕНОК**

### **ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF RAW MATERIALS AND TECHNOLOGICAL PARAMETERS ON THE CONSUMER CHARACTERISTICS OF STRETCH FILMS**

Д.Д. Маринин, Т.Э. Комаев, Е.С. Бокова, Д.А. Медведева, Н.В. Евсюкова  
D.D. Marinin, T.E. Komayev, E.S. Bokova, D.A. Medvedeva, N.V. Evsukova

Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина  
(Технологии. Дизайн. Искусство) (Москва)  
Russian State University A. N. Kosygina  
(Technology. Design. Art), Moscow  
E-mail: om@rguk.ru

**В работе проанализированы возможные причины потери адгезии стретч-пленок. Рассмотрено влияние качества исходного сырья и технологических параметров на функциональные свойства готовой продукции.**

**Ключевые слова:** линейный полиэтилен, стретч-пленки, брак, сырье, технологические параметры

**The paper analyzes the possible causes of loss of adhesion of stretch films. The influence of the quality of raw materials and technological parameters on the functional properties of finished products is considered.**

**Keywords:** linear polyethylene, stretch films, scrap, raw materials, technological parameters

Полимерные пленочные материалы находят широкое применение в разных областях жизнедеятельности, таких как сельское хозяйство, пищевая промышленность, техника, упаковка пищевой и непивной продукции. Последняя сфера предусматривает использование пленок с, так называемым, стретч-эффектом, которые получают методом плоскощелевой экструзии.

Такой вид пленочных материалов защищает продукцию от воздействий факторов окружающей среды, обладают высокой прозрачностью и прочностью на разрыв, и может эксплуатироваться в большом интервале температур. Стретч-пленки способны обратимо растягиваться, не теряя, при этом, своих свойств [1].

Перечисленные показатели свойств обеспечиваются применением линейного полиэтилена низкой плотности (ЛПЭНП), который в настоящее время является основным сырьем для выпуска стретч-пленок. Несмотря на синтез ЛПЭНП в огромных масштабах, этот полимер достаточно сложно идентифицировать и классифицировать с точки зрения состава и строения макромолекул, которые во многом определяются видом катализатора [2].

К качеству, выходящих на рынок новых марок ЛПЭНП, нет единых требований ГОСТ, и оно регламентируется только техническими условиями производителя. Отсутствие ГОСТ на линейный полиэтилен позволяет производителям варьировать количество вводимых компонентов на стадии синтеза и его параметры, что в свою очередь может сказаться на свойствах готовой продукции.

Сегодня рынок России представлен крупными производителями стретч-пленок, конкурирующих между собой: ООО «Упаковка и сервис», ООО «Империал пак», ООО «Восток», ООО «Диспак», ООО «Дон Полимер», ООО «Финфлекс» и др. [3].

Несмотря на лидерство, оснащение современными экструзионными линиями, процесс экструзии остается сложным технологическим процессом, который не исключает возникновения производственного брака: появление эффекта «апельсиновая корка», дефектов

в виде «геликов» и «рыбьего глаза», наличие инородных включений, мутность и т.д. Приведенные дефекты легко идентифицируются и устраняются непосредственно на самом предприятии, так как они возникают в ходе нарушений технологического процесса и могут быть сведены к минимуму при строгой производственной дисциплине [4].

Хуже обстоит дело со скрытыми дефектами, которые можно обнаружить постфактум. К такому роду дефектов относится брак в виде потери у готовых стретч-пленок адгезии.

Цель работы – анализ влияния полимерного сырья и технологических параметров на функциональные характеристики стретч-пленок для выявления причин потери ими самоадгезии.

Основными объектами исследования являлись ЛПЭНП производства Казаньоргсинтез из двух партий, полученный газофазной полимеризацией с использованием металлоценовых катализаторов; адгезионная добавка Vistamaxx 6102 производства Германии и многослойные пленки на основе ЛПЭНП, полученные методом плоскощелевой экструзии. В работе рассматривали пленки – с браком (с потерей адгезии) и без брака (с адгезией). Все пленки имели пятислойную симметричную структуру, каждый слой которой имел свою толщину в зависимости от содержания самого полимера. Верхний слой содержал адгезионную добавку Vistamaxx.

В работе использовали современные методы исследования: ИК–спектроскопию, дифференциально сканирующую калориметрию (ДСК), атомно–силовую микроскопию (АСМ), определение прочности при растяжении, относительного удлинения и предварительного растяжения (престретч), сопротивление проколу и величину адгезии.

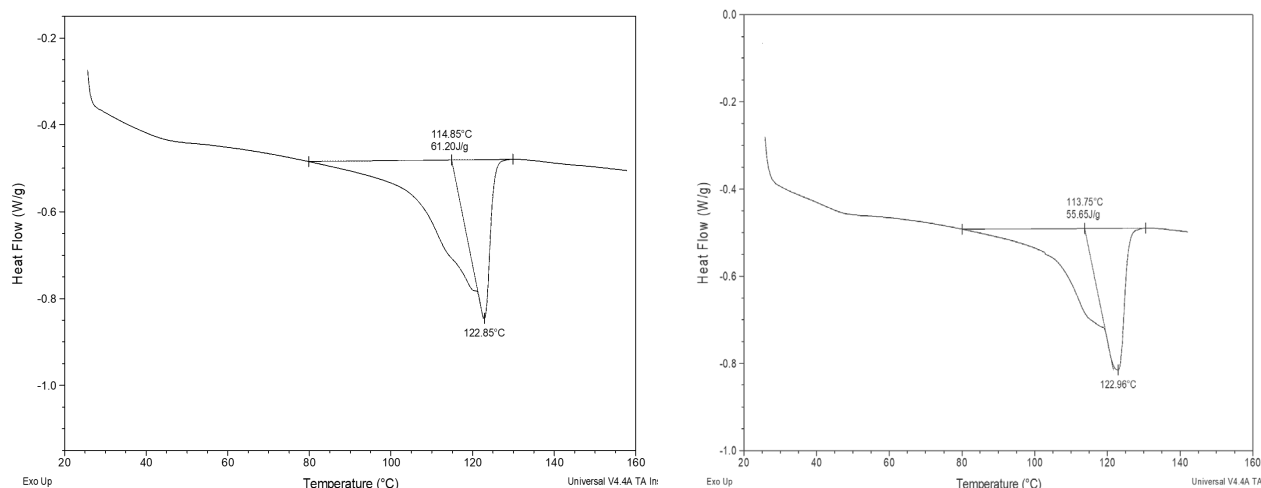
В первой части работы акцент сделан на самом производстве и анализе свойств качественной и бракованной стретч-пленки.

Анализ журналов контроля технологических параметров показал, что нарушений технологических режимов при получении пленки с браком выявлено не было. Единственное, что вызывает вопрос, это положение линии кристаллизации, расстояние которой от расплава до охлаждающего вала было выставлено одинаково для двух партий, предполагая использование в каждом случае качественного исходного сырья.

Практически все показатели пленок, такие как максимальный и гарантированный престретч, усилие при проколе, прочность и удлинение соответствовали требованиям ТУ, за исключением адгезии, которая у пленок с браком была резко снижена, ее показатель составлял  $0,085 \pm 005$  кПа, что в 7 раз ниже допустимого. Также обращает на себя внимание наличие гелей в пленке из партии с браком, что может свидетельствовать о нарушении условий синтеза линейного полиэтилена.

На ИК-спектрах исследуемых пленок наблюдались пики сильной интенсивности с волновыми числами 1375–1456 и 2837–2916  $\text{см}^{-1}$ , и слабой интенсивности 718,75, соответствующие валентным колебаниям метиленовых групп. Это подтверждает наличие в составе полимерных пленок полиэтилена. Незначительная разница в интенсивности полос поглощения и их расположении у пленок без брака и с потерей адгезии может свидетельствовать о наличии в составе бракованных пленок стабилизирующих добавок, таких как стеарат кадмия и/или кальция, содержащихся в исходном полимерном сырье.

На рис. 1 представлены результаты ДСК полиэтиленовых пленок. Как следует из приведенных кривых, пленки имеют температуру плавления, значение которой соответствует линейному полиэтилену низкой плотности. При этом температура плавления пленок примерно на 2 градуса ниже, чем у исходного сырья (124 °С). Незначительное снижение температуры может быть вызвано, как вторичным тепловым воздействием на полиэтилен, так и содержащимся в пленки Vistamaxx.



а б  
Рис. 1. Кривая ДСК стретч-пленки, а – без брака, б – с браком

На рис. 2, 3 и приведены микрофотографии, полученные методом АСМ.

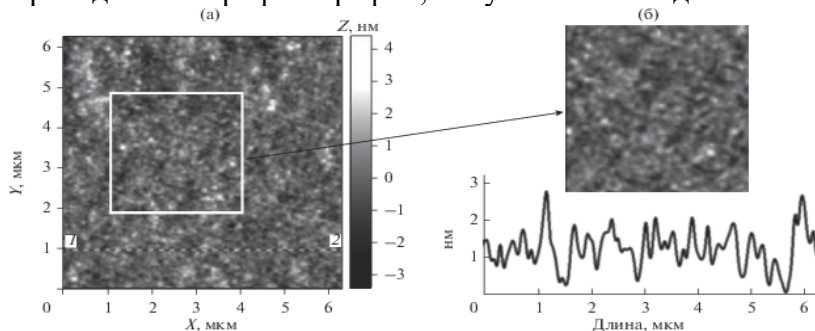


Рис. 2. Образец с наличием адгезии

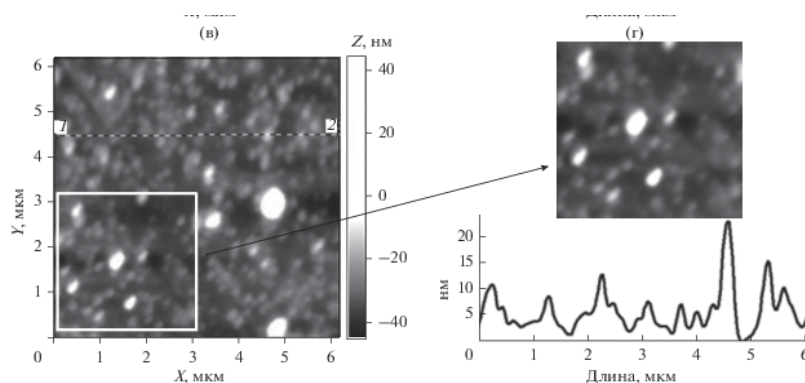


Рис. 3. Образец с потерей адгезии

Как следует из приведенных гистограмм, в пленках имеет место включения неопределенного характера, идентификация которых на данном этапе работы была затруднена. Предположительно, это могут быть порошкообразные частицы стабилизаторов или иных добавок, а также остатки парафинов или дефекты, вызванные диффузией газов, которые может содержать полимер вследствие его получения газофазной полимеризацией.

Далее был проведен анализ качества исходного полимерного сырья – линейного полиэтилена низкой плотности и адгезионной добавки на соответствие паспорта продукта.

Следует сказать несколько слов о проблеме идентификации и классификации полиэтилена. В настоящее время гостированным является определение полиэтилена, приведённое в [5].

Согласно этому ГОСТ к полиэтиленам относятся любые соединения, содержащие группировку  $-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$ . То есть под это определение подходят все без исключения

полиэтилены: полиэтилен высокой плотности, полиэтилен низкой плотности, а также используемый в работе линейный полиэтилен низкой плотности, а кроме этого все виды полиэтиленов, содержащие добавки, например наполнители (стеарат кальция, кадмия, мел и другие); а также смеси полиэтиленов. Согласно ГОСТ общим для них является только принадлежность к полиэтиленам в первичной форме.

При визуальном анализе гранул не было обнаружено запаха и посторонних включений, размер гранул соответствовал ТУ.

Определение показателя текучести расплавов (ПТР) для обеих партий линейных полиэтиленов не выявило никаких отклонений. ПТР обеих партий соответствует требованиям ТУ и составляют 2,7172 и 2,7668 соответственно. ПТР адгезионной добавки в 2 раза меньше, чем у основного полимера. Это может быть связано с ее составом и строением, которые точно неизвестны, но предположительно это смесь изотактического полипропилена и случайно распределенного в нем атактического полиэтилена.

Для более точной идентификации полиэтилена низкой плотности определяли его плотность. Поскольку значения плотности полиэтиленов очень близки, то важна точность определения этого показателя. Исходя из этого, плотность определяли двумя альтернативными методами. Флотационным, который дает точность до двух знаков после запятой и пикнометрическим, с точностью до 4-го знака после запятой. По полученным результатам установлено, что плотность, определенная двумя методами, совпадает и соответствует ТУ на линейный полиэтилен низкой плотности и составляет 921,0682

Для разграничения линейного полиэтилена низкой плотности и полиэтилена низкой плотности применяют совместный анализ ИК-спектров, данные дифференциально-сканирующей калориметрии.

На рис. 4 изображены кривые ДСК (а – без брака, б – с браком).

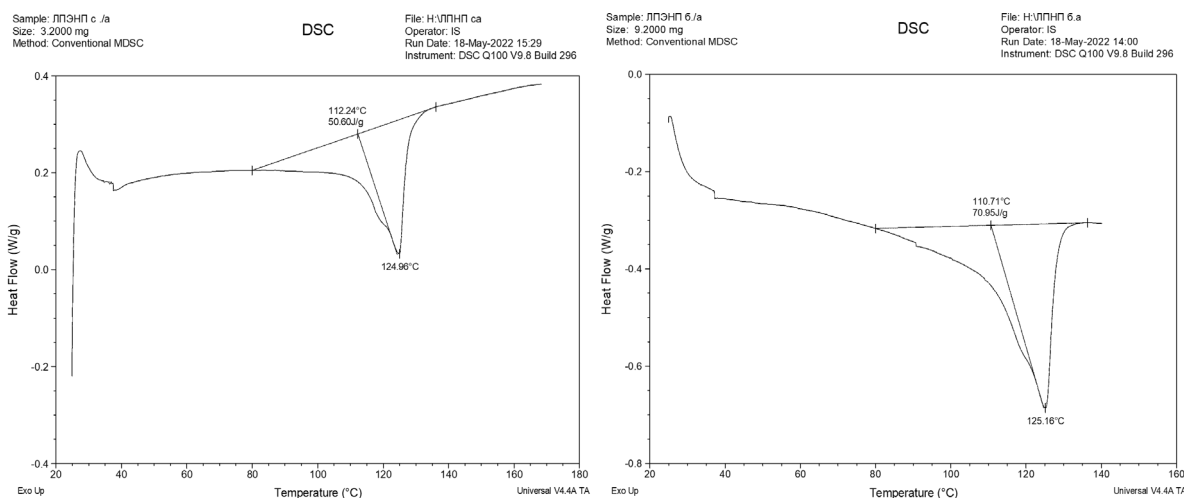


Рис. 4. Кривые ДСК для ЛПЭНП: а – без брака, б – с браком

Согласно кривым, температура плавления для первого полиэтилена (продукция без брака) составляет 124°C, для полиэтилена (продукция с браком) 125°C, что соответствует температуре плавления линейного полиэтилена низкой плотности.

На кривых ДСК имеет место уширенный интервал плавления, со смещением симметрии эндопика в сторону низких температур. Это может говорить о разбросе кристаллитов по размерам (чем больший разброс, тем более разветвленный полимер) и требует более детального исследования этой области с меньшим шагом нагрева, например 1° С.

Также обращает на себя внимание разное значение теплового эффекта плавления у исследуемых полиэтиленов. Это может быть следствием присутствия в полимере наполнителей, вводимых при синтезе.



Таким образом, в настоящей работе проведен анализ влияния полимерного сырья и технологических параметров на функциональные характеристики стретч-пленок для выявления причин потери ими самоадгезии. Установлено, что в отсутствии нарушений технологических параметров производства, на поверхности образцов стретч-пленок с потерей липкости обнаружены шероховатости, указывающие на наличие в полимерном сырье гелевой фракции парафина либо нанодисперсных наполнителей и/или остатков катализатора, что могло вызвать потерю адгезии, и требует дополнительного исследования.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Leguebe E. et al. Study and characterization of palletizing films used in the field of freight transport //22nd World Packaging Online Conference. – 2020.
2. Таскаев, В.И. Проблемы идентификации и классификации линейного полиэтилена низкой плотности / В. И. Таскаев, Н. А. Диденко, В.В. Громовенко // Таможенная политика России на дальнем востоке. – 2013. – №. 1 (62). – С. 91-108.
3. Бурцева Е. Е. Бизнес–модель развития филиальной сети компании (на примере ООО «Упаковка и Сервис 24»): дис. – Сибирский федеральный университет, 2019.
4. ГОСТ Р ИСО 9000-2008 Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь.- Введ. 2008-12-18.- М.: ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 2008.- 34 с.
5. ГОСТ 24888-81. Пластмассы, полимеры и синтетические смолы. Химические наименования, термин и определения. Технические условия. Введ. 1981-07-22 [Электронный ресурс]. URL: [vsegost.com/catalog/22/22498.shtml](http://vsegost.com/catalog/22/22498.shtml)

**АДАПТАЦИЯ МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТАНГЕНЦИАЛЬНОГО  
СОПРОТИВЛЕНИЯ ТКАНЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ, ПРОШЕДШИХ  
БИОХИМИЧЕСКУЮ ОБРАБОТКУ**

**ADAPTATION OF THE METHOD FOR DETERMINING THE TANGENTIAL  
RESISTANCE OF WOVEN TEXTILE MATERIALS THAT HAVE PASSED  
BIOCHEMICALLY TREATED**

Ю.И. Марущак, К.А. Ленко, Н.Н. Ясинская, И.А. Петюль  
Yu.I. Marushchak, K.A. Lenko, N.N. Yasinskaya, I.A. Petul

Витебский государственный технологический университет (Республика Беларусь)  
Vitebsk State Technological University (Republic of Belarus)  
E-mail: tonk.00@mail.ru, kotya240497@mail.ru, yasinskayaNN@rambler.ru,  
petyl@inbox.ru

Проведены исследования влияния количества испытаний, площади контактирующих поверхностей и скорости перемещения несущей плоскости на коэффициент тангенциального сопротивления тканых текстильных материалов. Полученные данные позволили выбрать оптимальные параметры для разрабатываемой методики определения коэффициента тангенциального сопротивления. По результатам испытаний рассчитана неопределенность измерений, а разработанная методика валидирована и внедрена в производство.

Ключевые слова: коэффициент тангенциального сопротивления; фермент; горизонтальная плоскость; текстильно-вспомогательные вещества; туше.

Studies have been carried out on the influence of the number of tests, the area of contact surfaces and the speed of movement of the carrier plane on the coefficient of tangential resistance of woven textile materials. The data obtained made it possible to choose the optimal parameters for the developed method for determining the tangential resistance coefficient. Based on the test results, the measurement uncertainty was calculated, and the developed technique was validated and introduced into production.

Keywords: coefficient of tangential resistance; enzyme; horizontal plane textile auxiliaries; touch.

Текстильные материалы обладают рядом свойств, оказывающих эмоционально-эстетическое воздействие на человека. Поскольку текстильные изделия постоянно контактируют с телом человека, то непосредственное восприятие материала осуществляется, прежде всего, при осязании. Свойство, формируемое при осязании материала, называется туше. Для придания хлопчатобумажным тканям приятного туше, в процессе заключительной отделки их подвергают биохимической обработке и умягчению [1].

Согласно проведенным исследованиям Национального исследовательского университета «Высшей школы экономики», одной из наиболее импортозависимых отраслей промышленности в России и Беларуси является текстильная. Предприятия закупают поставляемые из-за рубежа препараты текстильной химии, ферментные препараты, предназначенные для отделки текстильных материалов. В данном исследовании ткани подвергаются обработке белорусскими препаратами фирмы ООО «Фермент», которая сравнительно недавно вышла на рынок текстильной химии [1].

В настоящее время в Республике Беларусь отсутствуют объективные методы оценки туше текстильных полотен, с помощью которых можно было бы количественно оценить эффект после умягчения, однако большинство исследователей утверждает, что для описания туше необходимо учитывать поведение текстильного изделия при трении [2].

И.В. Крагельский и А.Б. Пакшвер относят трение волокнистых материалов к трению сухих твердых тел [3]. На сегодняшний день в текстильном материаловедении под трением понимают сопротивление, возникающее, при относительном перемещении в плоскости

касания двух соприкасающихся тел, находящихся под действием нормальной нагрузки. В текстильных материалах, у которых на поверхности имеются неровности, чешуйки, торчащие кончики волоконца, возникает еще цепкость, т.е. сопротивление относительно перемещению двух соприкасающихся тел при нулевой нагрузке [4]. Для текстильных материалов свойственно одновременное проявление трения и цепкости и такое сопротивление называется тангенциальным сопротивлением. Основной характеристикой тангенциального сопротивления является коэффициент тангенциального сопротивления (далее – КТС). Различают статический и кинетический коэффициент тангенциального сопротивления. Статический КТС ( $f_{ст}$ ) связан с измеренной силой, необходимой для начала движения одной поверхности по другой. Кинетический КТС ( $f_k$ ) связан с силой, необходимой для поддержания такого движения [5].

В эксплуатации одежды важное значение имеют силы трения и цепкости материалов: они влияют на качество изделий и удобство пользования ими. Например, подкладочные ткани должны обладать хорошим скольжением, то есть пониженным КТС, для удобства надевания и снятия одежды, для лучшей стойкости к истиранию. Чем меньше КТС, тем лучше сохраняется внешний вид ткани, больше носкость изделия [2].

Анализ методов и приборов определения коэффициента тангенциального сопротивления (трения) показал, что на сегодняшний день существует ряд зарубежных и отечественных приборов, различающихся по виду движения. Методы определения коэффициента трения устанавливаются в различных международных и межгосударственных стандартах, таких как ISO 8295:1995 «Пластмассы. Пленки и листы. Определение коэффициентов трения», ASTM D1894-2014 «Стандартный метод испытаний для статического и кинетического коэффициентов трения пластиковой пленки и защитного покрытия» и т.д. Однако для текстильных полотен, прошедших специальные виды заключительной отделки, не существует стандартизированной методики определения коэффициента тангенциального сопротивления. Поэтому актуальной является задача разработки методики определения коэффициента тангенциального сопротивления, которая позволила бы количественно оценить изменения свойств туше после специальной умягчающей биохимической обработки тканых текстильных материалов.

Научная новизна работы состоит в установлении зависимостей изменения КТС от количества измерений, от скорости перемещения несущей плоскости и зависимость коэффициента от площадей контактирующих поверхностей несущей плоскости и колодки, на которых крепятся тестируемые образцы. Практическая значимость работы заключается в разработке новой методики определения коэффициента тангенциального сопротивления для тканых текстильных полотен, прошедших умягчающую биохимическую обработку.

Из существующих приборов, изученных в рамках данной работы, наиболее пригодным для измерения КТС текстильных полотен является прибор для измерения трения/отслаивания Labthink FPT-F1 (рис. 1), который имеется в аккредитованной Центральной заводской лаборатории ОАО «Витебскдрев».

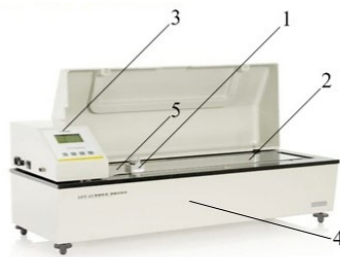


Рис. 1. Прибор FPT-F1

Прибор (рис. 1) оснащен тензодачиком, расположенным в коробке 3 с помощью которого снимаются показания силы трения. Электродвигатель 4 обеспечивает движение несущей плоскости с постоянной скоростью. Технические характеристики прибора позволяют

тестировать образцы на скоростях от 50 до 500 мм/мин. Значение силы регистрируется автоматически с помощью программного обеспечения labthink FPT-F1.

Для исследования параметров методики и оценки их влияния на результат измерения подготовлены экспериментальные образцы. В качестве объекта для исследований выбрана отбеленная хлопчатобумажная ткань производства ОАО «Барановичское производственное хлопкопрядильное объединение» постельного назначения поверхностной плотностью 134 г/м<sup>2</sup>.

Классические способы умягчающей отделки тканей обеспечивают достижение эффекта за счет нанесения различных видов аппретов-мягчителей. Существенным их недостатком является кратковременность достигаемого результата и его неустойчивость к бытовым обработкам [6].

В настоящее время известны способы умягчения текстильных материалов из целлюлозных волокон с использованием ферментных препаратов целлюлолитического и пектолитического действия. Ферментативная модификация целлюлозных волокон является инновационным и экологически чистым подходом в решении проблемы умягчения махровых тканей и изделий. Таким образом, ткань подвергли биохимическому умягчению периодическим способом с применением ферментсодержащей силиконовой эмульсии «Силиксол RG-810/36+Ц300» концентрацией 0, 10, 50, 100 г/л производства ООО «Фермент». «Силиксол RG-810/36+Ц300» – гидрофильная микросиликоновая эмульсия с ферментным препаратом «Целлюлаза» активностью 300 ед/г в составе. На рис. 2 представлена схема и режим обработки хлопчатобумажной ткани. Испытуемые образцы вырезали в направлении основы и утка для исключения влияния свойств анизотропии.

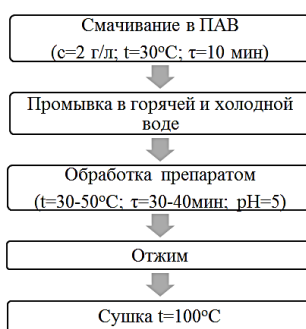


Рис. 2. Схема и режим обработки хлопчатобумажной ткани

На подготовленных образцах проведены экспериментальные исследования, которые показали, что при увеличении площади контакта текстильных материалов, прошедших заключительную биохимическую отделку, наблюдается максимальный диапазон изменения результатов измерений КТС, о чем свидетельствует наибольшая разность КТС образцов в направлении основы и в направлении утка, поэтому при реализации метода горизонтальной плоскости для хлопчатобумажных тканей рекомендуется использовать колодку размером 65x120 мм. Масса колодки выбрана  $m_k=200\pm 5$  г, так как такая величина груза соответствует усилиям, имеющим место в реальных условиях эксплуатации одежды и такая величина груза используется в работах других отечественных и зарубежных авторов, занимающихся исследованием тангенциального сопротивления [2].

По результатам исследований влияния скорости на изменение коэффициента тангенциального сопротивления установлено, что для хлопчатобумажных тканей рекомендуется устанавливать скорость перемещения несущей плоскости 300 мм/мин, так как при данной скорости наблюдается максимальный диапазон изменения результатов измерений КТС [2].

Также выбран минимально возможный объем измерений. Для этого проанализирован разброс результатов всего выполненного ряда измерений ( $n=1\dots 20$ ); части ряда, в котором результаты имеют близкие значения после притирания образцов ( $n=10\dots 20$ ); части ряда, включающего результаты, которые позволяют сделать вывод о завершении притирания и

достижении стабильных значений КТС ( $n=10...12$ ). Экспериментально доказано, что при определении коэффициента тангенциального сопротивления полотен первые 9 измерений не следует учитывать, так как из-за притирания поверхностей силы трения меняются. За конечный результат измерения следует принимать среднее значение последних трех измерений [2].

На основании проведенных исследований выбраны оптимальные параметры испытаний и разработан проект методики «Определения коэффициента тангенциального сопротивления текстильных полотен». В соответствии с разработанной методикой коэффициент тангенциального сопротивления измеряется непосредственно по тангенциальному сопротивлению и приложенному весу, сжимающему два образца текстильного полотна вместе.

В соответствии с разработанной методикой проведена оценка влияния высокоэффективных ферментсодержащих композиций белорусского производства на туше хлопчатобумажной ткани. В качестве объекта выбрана аналогичная отбеленная хлопчатобумажная ткань, которую подвергали умягчающей обработке по периодическому способу с применением индивидуальной силиконовой эмульсии и ферментсодержащей композиции целлюлолитического действия различной активности при концентрациях 10, 50, 100 г/л по схеме, представленной на рис. 2. Используемые препараты: RG-810R/36, RG-810R/36+Ц100 (с ферментным препаратом «Целлюлаза» активностью 100 ед/г) и RG-810R/36+Ц300 (с ферментным препаратом «Целлюлаза» активностью 300 ед/г).

На рис. 3 и 4 представлена оценка статического и кинетического коэффициента тангенциального сопротивления хлопчатобумажной ткани, обработанной разными способами и при различной концентрации препарата.

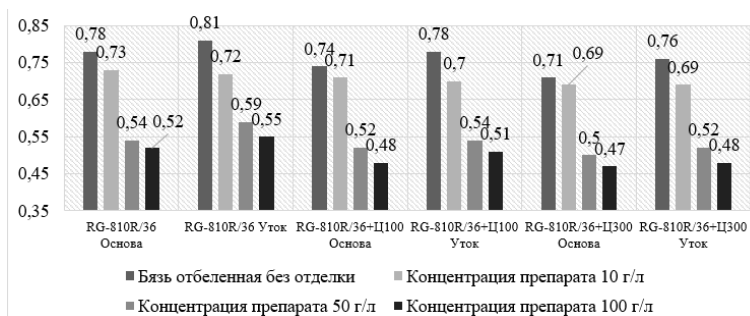


Рис. 3. Статический КТС хлопчатобумажной ткани

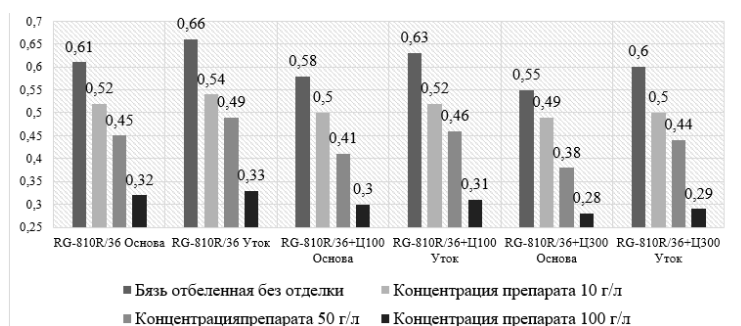


Рис. 4. Кинетический КТС хлопчатобумажной ткани

Анализируя гистограммы, представленное на рис. 3-4 можно сделать вывод, что с помощью разработанной методики возможно количественно оценить эффект после биохимической отделки, о чем говорит заметное снижение КТС. По полученным числовым данным можно сделать вывод, что с увеличением концентрации используемого препарата происходит снижение значения коэффициента тангенциального сопротивления. Также происходит снижение по данному показателю с увеличением активности ферментсодержащей композиции. Это связано с разрыхлением структуры целлюлозного

волокна ферментом и более полным его обволакиванием, глубоким проникновением в него силиконовой композиции. Полученные данные использовались для дальнейшего расчета неопределенности результатов измерений.

Для визуализации логической последовательности операций и составления списка, используемых лабораторией технических средств, которые являются потенциальными факторами неопределенности [7], была построена технологическая карта определения коэффициента тангенциального сопротивления, представленная на рис. 5.

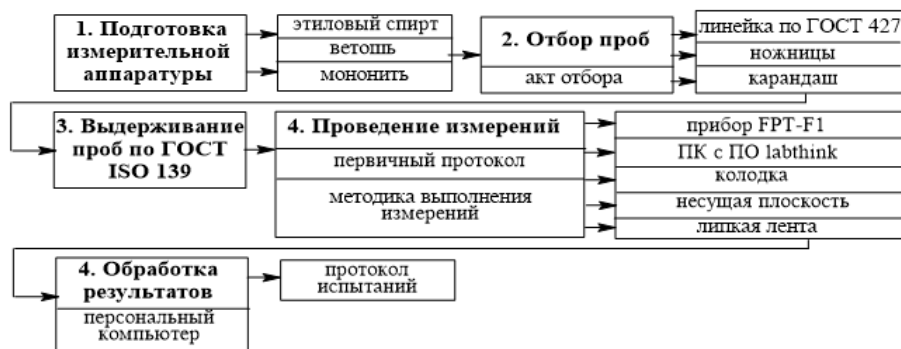


Рис. 5. Технологическая карта определения КТС

Источники неопределенности и их влияние на результат измерений определялись с помощью причинно-следственной диаграммы Исикавы. Был проведен анализ входных величин, результатом которого является составление бюджета неопределенности. На основании составленного бюджета неопределенности и рассчитанных коэффициентов чувствительности была вычислена расширенная неопределенность результата измерения, которая составила  $\pm 0,02$  (при коэффициенте охвата 2 и вероятности охвата 0,95).

Валидация методов измерений являются одними из требований ГОСТ ISO/IEC 17025-2019 «Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий» [8]. В рамках валидации разработанной методики было проанализировано 8 образцов хлопчатобумажного полотна, которое подвергли умягчению периодическим способом с применением эмульсии «Силикол RG-810/36+Ц300». Для описания точности метода измерений использовали термин прецизионность. Необходимость принятия во внимание прецизионности возникает из-за того, что испытания, выполняемые на предположительно идентичных материалах при предположительно идентичных обстоятельствах, обычно не дают тождественно равных результатов [8].

По результатам проведения эксперимента с целью валидации методики выполнения измерений коэффициента тангенциального сопротивления в части исследования и установления показателей точности измерений установлены следующие показатели:

- стандартное отклонение повторяемости  $s_{rcm} = 0,0186$ ,  $s_{rk} = 0,0214$ ;
- предел повторяемости  $r_{cm} = 0,06$ ,  $r_k = 0,07$ ;
- стандартное отклонение воспроизводимости  $S_{Rcm} = 0,121$ ,  $S_{Rk} = 0,123$ ;
- предел воспроизводимости  $R_{cm} = 0,398$ ,  $R_k = 0,405$ .

Методика выполнения измерений коэффициента тангенциального сопротивления может быть использована специалистами испытательной лаборатории с установленными показателями точности.

По результатам работы имеется 2 акта внедрения в учебный процесс УО «Витебский государственный технологический университет», а также методика внедрена на предприятии ОАО «Витебскдрев». Ожидаемый годовой экономический эффект от внедрения методики определения коэффициента тангенциального сопротивления текстильных полотен составляет 3 619,70 белорусских рублей (85 786,89 российских рублей). Экономический эффект возникает благодаря прибыли, получаемой за счет проведения измерений по разработанной методике для предприятий, заинтересованных в этом.

Результатом данной работы является разработанная методика определения коэффициента тангенциального сопротивления текстильных полотен, прошедших специальные виды заключительной отделки ферментными и силиконсодержащими композициями. Методика позволит повысить точность и объективность оценки структуры и туше текстильных полотен, предоставит возможность научно обоснованно осуществлять выбор режимов специальной отделки текстильных полотен в зависимости от их назначения. Данный инструментальный метод определения КТС и предлагаемые параметры проведения измерения могут быть использованы в качестве альтернативы органолептической оценке внешнего вида поверхности тканей (грифа), что повышает точность и объективность оценки получаемых при обработке эффектов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Марущак, Ю. И. Исследование туше хлопчатобумажных текстильных материалов после умягчающей отделки ферментсодержащими композициями / Ю. И. Марущак, Н. Н. Ясинская, И. А. Петюль, К. А. Ленъко // материалы Всероссийской научной конференции молодых исследователей с международным участием «Интекс-2022». – Москва, 2022. – С. 81-85.
2. Марущак, Ю. И. Обоснование параметров измерения коэффициента тангенциального сопротивления тканых полотен / Марущак Ю. И., Ленъко К. А., Ясинская Н. Н., Петюль И. А., Грошев И. М. // Вестник УО «ВГТУ». – Витебск, 2022. – С. 53-67.
3. Кукин, Г. Н. Текстильное материаловедение: (Волокна и нити): учеб. для вузов по спец. «Прядение натур. и хим. Волокон» / Г. Н. Кукин, А. Н. Соловьев, А. И. Кобляков; под ред. Г. Н. Кукина. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Легпромбытиздат, 1989. – 348 с.
4. Стельмашенко, В. И. Материалы для одежды и конфекционирование: учебник для академического бакалавриата / В. И. Стельмашенко, Т. В. Розаренова; под общ. ред. Т. В. Розареновой. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2019. – 308 с.
5. ГОСТ 27492-87. Материалы электроизоляционные полимерные пленочные и листовые. Метод определения коэффициентов трения. – Введ. 1989-01-01. – М: Издательство стандартов, 1988. – 12 с.
6. Котко К. А., Ясинская Н. Н., Скобова Н. В. Технология биоумягчения махровых хлопчатобумажных изделий // Сб. науч. тр. международной науч. конф., посвященной 110-летию со дня рождения профессора А.Г. Севостьянова – М.: РГУ им. А.Н. Косыгина, 2020. – Ч.2. – С. 243-247.
7. Савкова, Е. Н. Систематизация подходов к причинно-следственному моделированию неопределенности при отборе проб и пробоподготовке / Е. Н. Савкова // Стандартизация. – 2019. – № 1. – С. 33-44.
8. ГОСТ ISO/IEC 17025-2019. Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий. – Введ. 2019-09-01. – М.: Стандартиформ, 2020. – 25 с.

## АНАЛИЗ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ СВОЙСТВ ВЕРХНИХ ТРИКОТАЖНЫХ ИЗДЕЛИЙ ANALYSIS OF CONSUMER PROPERTIES OF OUTER JERSEY PRODUCTS

К.А. Махмудов, Е.Н. Власова  
K.A. Mahmudov, E.N. Vlasova

Ивановский государственный политехнический университет  
Ivanovo State Polytechnic University  
E-mail: vlasovaen-ivanovo@mail.ru, kuvvat999@gmail.com

В работе были изучены потребительские свойства верхних трикотажных изделий, а также выбрана номенклатура потребительских свойств и показателей качества для их оценивания. Установлено, что наиболее важными показателями эксперты признали совершенство производственного исполнения, воздухопроницаемость изделия, устойчивость окраски к сухому и мокрому трению, толщину полотна, удобство стирки и глажения, соответствие изделия современному направлению моды. По выбранным показателям качества проведена количественная оценка потребительских свойств 5 образцов женских трикотажных платьев.

**Ключевые слова:** верхние трикотажные изделия, качество, потребительские свойства.

In the work, the consumer properties of the upper knitwear were studied, and the nomenclature of consumer properties and quality indicators for their evaluation was selected. It was established that the most important indicators were the perfection of production performance, air permeability of the product, color fastness to dry and wet friction, fabric thickness, ease of washing and ironing, compliance of the product with the modern fashion trend. According to the selected quality indicators, a quantitative assessment of the consumer properties of 5 samples of women's knitted dresses was carried out.

**Keywords:** outerwear, quality, consumer properties.

Верхние трикотажные изделия присутствуют в гардеробе каждой женщины, поэтому в данном исследовании в качестве объектов изучения выбраны 5 женских трикотажных платьев, выпускаемых на одном из предприятий г. Иваново (табл. 1).

Таблица 1

Характеристика исследуемых образцов

№, наименование изделия	Размер изделия	Волокнистый состав	Цена, руб./шт.
1. Платье «Оливия»	56	95% ПЭ, 5% эластан	550
2. Платье «Марго»	46	95% вискоза, 5% эластан	550
3. Платье «Фелиция»	50	95% ПЭ, 5% эластан	450
4. Платье «Элизабет»	50	95% ПЭ, 5% эластан	400
5. Платье «Цветок»	50	95% ПЭ, 5% эластан	350

На основе анализа показателей качества по ГОСТ 4.45-86 [1] и товароведной литературы была разработана развернутая номенклатуры потребительских свойств и показателей качества для верхних трикотажных изделий. Разработанная номенклатура показателей качества далее используется для оценки потребительских свойств женских платьев. Оценку потребительских свойств начинают с выбора их показателей:

- $x_1$  — совершенство производственного исполнения;
- $x_2$  — воздухопроницаемость изделия;
- $x_3$  — соответствие изделия размерной и полнотно-возрастной группе;
- $x_4$  — устойчивость окраски к сухому и мокрому трению;
- $x_5$  — соответствие изделия сезону, сфере применения и условиям эксплуатации;
- $x_6$  — толщина полотна;



- x<sub>7</sub> — возможность восстановления целостности швов, полотна и замены фурнитуры;
- x<sub>8</sub> — удобство стирки и глажения;
- x<sub>9</sub> — соответствие изделия современному направлению моды;
- x<sub>10</sub> — присутствие экологической маркировки на изделии.

Затем проведено ранжирование выбранных показателей. Самый важный показатель получал ранг 10, а наименее важный – 1. Согласованность мнений экспертов составила  $W=0,95$ , что удовлетворяет условию  $W \geq 0,62$ , необходимому для определения в дальнейшем коэффициентов весомости ( $a_i$ ):  $a_1 = 0,18$ ;  $a_2 = 0,15$ ;  $a_3 = 0,06$ ;  $a_4 = 0,12$ ;  $a_5 = 0,04$ ;  $a_6 = 0,11$ ;  $a_7 = 0,05$ ;  $a_8 = 0,11$ ;  $a_9 = 0,16$ ;  $a_{10} = 0,02$ .

Анализ данных показывает, что наиболее значимы показатели  $x_1, x_2, x_4, x_6, x_8$  и  $x_9$ , что соответствует следующим свойствам: совершенство производственного исполнения, воздухопроницаемость изделия, устойчивость окраски к сухому и мокрому трению, толщина полотна, удобство стирки и глажения, соответствие изделия современному направлению моды. Остальные показатели имеют коэффициенты весомости  $a_i$  менее 0,10. Далее произведен пересчет коэффициентов весомости для шести значимых показателей, приняв следующие обозначения  $a_i = m_i$  и т.д.:  $m_1 = 0,22$ ;  $m_2 = 0,18$ ;  $m_4 = 0,14$ ;  $m_6 = 0,13$ ;  $m_8 = 0,13$ ;  $m_9 = 0,20$ .

Перед расчетом комплексного показателя качества единичные показатели переводят в относительные показатели [2]. В качестве базового значения примем максимальное (минимальное) значение показателя в полученной совокупности результатов испытаний для оцениваемых образцов. В табл. 2 представлены результаты оценки воздухопроницаемости ( $x_2$ ) и толщины полотна ( $x_6$ ) исследуемых платьев.

Таблица 2

Результаты оценки воздухопроницаемости и толщины полотна платьев

П/п изделия	Воздухопроницаемость, $\text{дм}^3/\text{м}^2\text{с}$			Толщина полотна, мм		
	фактическое значение ( $x_i$ )	базовое значение ( $x_6$ )	$q_2$	фактическое значение ( $x_i$ )	базовое значение ( $x_6$ )	$q_6$
1	610	610	1,00	0,34	0,67	0,51
2	423	610	0,69	0,67	0,67	1,00
3	541	610	0,89	0,61	0,67	0,95
4	496	610	0,81	0,64	0,67	0,95
5	593	610	0,97	0,49	0,67	0,73

Определение воздухопроницаемости трикотажа проводилось по стандартной методике согласно ГОСТ 12088-77 [3]. Толщина полотна замерялась толщиномером, определялась средняя толщина из 10 замеров в разных местах изделия.

Для оценки показателей совершенство производственного исполнения ( $x_1$ ), устойчивость окраски к мокрому и сухому трению ( $x_4$ ), удобство стирки и глажения ( $x_8$ ) и соответствие изделия современному направлению моды ( $x_9$ ) применялась 5-балльная шкала собственной разработки. Результаты балльной оценки данных показателей представлены в табл. 3.

Таблица 3

Результаты балльной оценки показателей

Совершенство производственного исполнения, балл						
№ изделия	Эксперты, г					общее количество баллов
	1	2	3	4	5	
1	5	5	5	5	5	25
2	5	5	5	5	5	25
3	5	5	5	5	5	25

Продолжение таблицы 3

Совершенство производственного исполнения, балл						
№ изделия	Эксперты, г					общее количество баллов
4	5	5	5	5	5	25
5	5	5	5	5	5	25
Устойчивость окраски к сухому и мокрому трению, балл						
№ изделия	Эксперты, г					общее количество баллов
	1	2	3	4	5	
1	4	4	4	4	4	20
2	4	4	4	4	4	20
3	5	5	5	5	5	25
4	5	5	5	5	5	25
5	5	5	5	5	5	25
Удобство стирки и глажения, балл						
№ изделия	Эксперты, г					общее количество баллов
	1	2	3	4	5	
1	4	4	5	4	4	21
2	4	4	4	4	4	20
3	4	5	5	5	4	23
4	4	4	4	4	4	20
5	4	5	5	4	4	22
Соответствие изделия современному направлению моды, балл						
№ изделия	Эксперты, г					общее количество баллов
	1	2	3	4	5	
1	3	3	3	2	3	14
2	5	4	5	5	4	23
3	2	2	3	2	2	11
4	3	2	3	3	3	14
5	2	2	2	2	2	10

Комплексный показатель качества ( $K_{пс}$ ) определяется как совокупность произведений относительных показателей качества ( $q$ ) и соответствующих коэффициентов весомости. Комплексный показатель качества каждого трикотажного платья представлен в табл. 4. Для оценки уровня потребительских свойств воспользуемся следующей шкалой: от 0,85 до 1,00 – очень высокий уровень; от 0,61 до 0,84 – высокий; от 0,41 до 0,60 – средний; до 0,40 – низкий уровень [2].

Таблица 4

Определение уровня потребительских свойств платьев

№ образца	Относительные показатели						Коэффициенты весомости	$K_{пс}$	Уровень потребительских свойств
	$q_1$	$q_2$	$q_4$	$q_6$	$q_8$	$q_9$			
1	1,00	1,00	0,80	0,51	0,84	0,56	$m_1=0,22$	0,80	Высокий
2	1,00	0,69	0,80	1,00	0,80	0,92	$m_2=0,18$	0,87	Очень высокий
3	1,00	0,89	1,00	0,95	0,92	0,44	$m_4=0,14$	0,85	Очень высокий
4	1,00	0,81	1,00	0,95	0,80	0,56	$m_6=0,13$	0,84	Высокий
5	1,00	0,97	1,00	0,73	0,88	0,40	$m_8=0,13$ $m_9=0,20$	0,82	Высокий

Можно сделать вывод о том, что 2 образца имеют очень высокий уровень потребительских свойств, 3 образца - высокий уровень. При этом лидером является образец №2 (платье «Марго») – его уровень потребительских свойств составил 0,87, наихудший результат показал образец №1 (платье «Оливия»), т.к. его уровень потребительских свойств составил 0,80.

Итак, в данной работе были изучены потребительские свойства верхних трикотажных изделий, а также выбрана номенклатура потребительских свойств и показателей качества для их оценивания. Установлено, что наиболее важными показателями эксперты признали совершенство производственного исполнения, воздухопроницаемость изделия, устойчивость окраски к сухому и мокрому трению, толщину полотна, удобство стирки и глажения, соответствие изделия современному направлению моды. По выбранным показателям качества проведена количественная оценка потребительских свойств 5 образцов женских трикотажных платьев, реализуемых ТЦ «Текстиль Профи». Методику можно использовать для оценки уровня потребительских свойств других изделий верхнего трикотажа различных изготовителей.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 4.45-86 Система показателей качества продукции. Изделия швейные бытового назначения. Номенклатура показателей.
2. Власова Е.Н. Комплексная оценка потребительских свойств мебельных тканей / Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012. - №5. – С. 15-19.
3. ГОСТ 12088-77 Материалы текстильные и изделия из них. Метод определения воздухопроницаемости.

## ТЕКСТИЛЬНЫЕ pH-ИНДУЦИРУЕМЫЕ ДАТЧИКИ КАК ИНДИКАТОРНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ В СРЕДСТВАХ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ ЧЕЛОВЕКА

## TEXTILE PH-INDUCED SENSORS AS INDICATOR ELEMENTS IN PERSONAL PROTECTIVE EQUIPMENT

В.В. Мелешенкова, Д.Н. Кузнецов  
V.V. Meleshenkova, D.N. Kuznetsov

Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина  
(Технологии. Дизайн. Искусство) (Москва)  
The Kosygin State University of Russia (Technologies, Design, Art) (Moscow)  
E-mail: meleshenkova-vv@rguk.ru, kuznetsov-dn@rguk.ru

Проведен синтез моно- и бисазосоединений на основе 2,4,6-тригидроксиинитробензола и 2,6-дигидроксиинитробензола. Синтезированные моно- и бисазосоединения были испытаны в качестве кислотных красителей для крашения полиамидного волокна. Полученные окрашенные образцы исследовали на устойчивость к мокрой обработке ГОСТ 9733.4-8, действию пота ГОСТ 9733.6-83. Проведена оценка окрашенных образцов в качестве датчиков на определение кислот и аммиака в воздухе рабочей зоны. Результаты исследования показали, что изготовленные текстильные сенсоры обеспечивают хорошие эксплуатационные свойства окрасок и могут эффективно за короткий промежуток времени обнаруживать пары кислот и аммиака невооруженным глазом, а также проявляют высокую устойчивость к агрессивным средам, что подтверждает перспективность использования полученных азосоединений для разработки на их основе индикаторных элементов в защитной одежде или средствах индивидуальной защиты, применяемых на химических производствах.

Ключевые слова: 2,4,6-тригидроксиинитробензол, нитрофлороглуцин, 2,6-дигидроксиинитробензол, 2-нитрорезорцин, реакция азосочетания, азосоединения, колорирование, полиамид, капрон, pH-чувствительные сенсоры.

The synthesis of mono- and bisazo compounds based on 2,4,6-trihydroxynitrobenzene and 2,6-dihydroxynitrobenzene was carried out. The synthesized mono- and bisazo compounds were tested as acid dyes for dyeing polyamide fibers. The obtained dyed samples were examined for resistance to wet processing GOST 9733.4-8, the action of sweat GOST 9733.6-83. The evaluation of colored samples as sensors for the determination of acids and ammonia in the air of the working area was carried out. The results of the study showed that the fabricated textile sensors provide good performance properties of colors and can effectively detect acid and ammonia vapors with the naked eye in a short period of time, and also show high resistance to aggressive environments, which confirms the promise of using the obtained azo compounds for developing indicator elements based on them. in protective clothing or personal protective equipment used in chemical industries.

Keywords: 2,4,6-trihydroxynitrobenzene, nitrofloroglucinol, 2,6-dihydroxynitrobenzene, 2-nitroresorcinol, azo coupling reaction, azo compounds, coloring, polyamide, capron, pH-sensitive sensors.

В последние десятилетия увеличилось количество исследований, посвященных получению и изучению свойств галохромных текстильных материалов, которые находят применение в качестве гибких pH-чувствительных сенсоров. Текстильные pH-индуцируемые датчики, встроенные в защитную одежду, могут, например, указывать на присутствие паров кислоты или щелочи в помещениях рабочей зоны. Кроме того, перевязочный материал, чувствительный к изменению pH, позволяет визуально оценить процесс заживления раны снаружи без необходимости снятия повязки. применяются также в спортивной медицине для мониторинга потоотделения в режиме реального времени с целью измерения уровня обезвоживания организма спортсменов [1-4].

Вследствие наличия электронодонорных и электроноакцепторных групп в молекулах 2,4,6-тригидроксиинитробензола и 2,6-дигидроксиинитробензола, их можно рассматривать в качестве перспективных субстратов в синтезе азосоединений, способных

к рН-индуцируемому изменению окраски и разработке на их основе текстильных рН-чувствительных сенсорных систем.

В работах, проведенных нами ранее, нитрополифенолы уже зарекомендовали себя как высокорекреационноспособные субстраты в синтезе моно- и бисазокрасителей различного строения, окрашивающих волокна амфотерного характера (шерсть и капрон) и обеспечивающие хорошие эксплуатационные свойства окрасок [5].

Учитывая вышесказанное в настоящей работе, приводятся данные по разработке гибких рН-чувствительных сенсорных систем на основе новых азопроизводных 2,4,6-тригидроксиинитробензола 4, 5 и 2,6-дигидроксиинитробензола 6.

Изученные в работе азосоединения 4, 5 и 6 были получены реакцией азосочетания 2,4,6-тригидроксиинитробензола 1 и 2,6-дигидроксиинитробензола 2 с 5-сульфо-3-нитро-2-оксидобензолдиазнием 3. Контроль за ходом реакции получения целевых азосоединений осуществляли методом тонкослойной хроматографии. Молекулярная масса и чистота подтверждены с помощью хромато-масс-спектрометрии, электронных спектров поглощения и ЯМР<sup>1</sup>H спектроскопии.

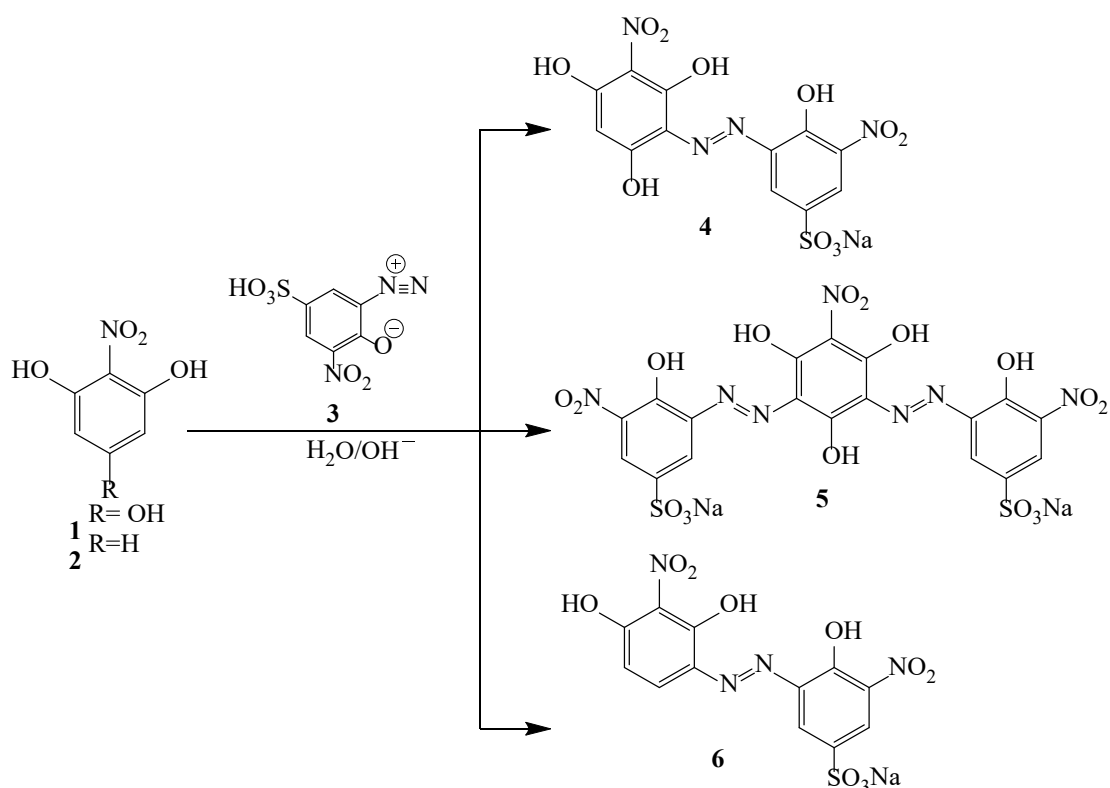


Рис.1. Схема синтеза целевых азосоединений

Принимая во внимание строение синтезированных азосоединений 4,5,6 для создания на их основе текстильных сенсоров было решено в качестве субстрата использовать ткань из полиамидного волокна (капрон). Азосоединения 4,5,6 испытаны также в качестве кислотных красителей для крашения ткани из полиамидного волокна по методике периодического крашения капронового волокна кислотными красителями.

Для оценки наличия эффекта изменения окраски при изменении рН окрашенные образцы полиамидной ткани подвергли обработке буферными растворами в интервале от 0 до 12 рН с шагом в 1 при комнатной температуре. Интервалы значений рН соответствующие области перехода окраски были определены с помощью графиков зависимости функции Гуревича-Кубелки-Мунка (K/S) от рН (рис.2).

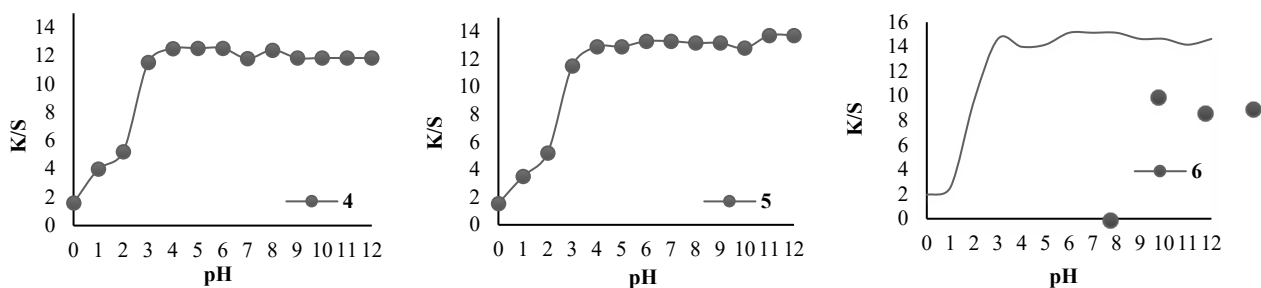


Рис. 2. Зависимость функции Гуревича-Кубелки-Мунка K/S от pH для образцов ткани, окрашенной соединениями 4,5,6

Основываясь на том, что наблюдаемый эффект изменения окраски при изменении pH носит обратимый характер, было решено исследовать возможность применения полученных нами pH-чувствительных текстильных материалов в качестве сенсоров для обнаружения паров хлороводорода и аммиака.

Эффективность обнаружения паров HCl и NH<sub>3</sub> изготовленными текстильными сенсорами была исследована следующим образом: окрашенный pH-чувствительный материал разделяли на небольшие квадраты, подвешивали в стеклянные камеры, на дно которой помещается чаша Петри с 5 мл 20%-ного раствора соляной кислоты или 25%-ного водного раствора аммиака и, после закрытия камеры крышкой, фиксировали изменение окраски.

Эксперимент показал, что полученные текстильные pH-индуцируемые датчики показали высокую устойчивость к агрессивным средам и выдержали 5 циклов изменений окраски при воздействии паров соляной кислоты и аммиака, что говорит о возможности многократного использования такого pH-чувствительного датчика.

На примере текстильного датчика, полученного на основе соединения 6, была изучена кинетика изменения цвета под действием паров 20%-ной HCl (рис.3).

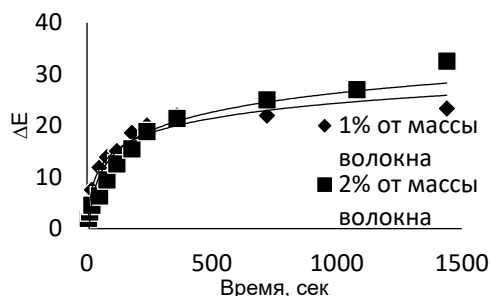


Рис.3. Цветовые различия текстильных датчиков на основе соединения 6 после воздействия паров 20%-ной HCl, при крашении 1 и 2% от массы волокна

Эксперимент показал, что нахождение сенсора в камере с соляной кислотой в течение 180 секунд приводило к полному изменению окраски образца с фиолетового на ярко-оранжевый.

Кроме того, полученные окрашенные образцы полиамида были испытаны на устойчивость окраски к мокрой обработке ГОСТ 9733.4-83 и действию пота ГОСТ 9733.6-83. Устойчивость окраски образцов к действию стирки и пота оценивалась по 5-ти бальной шкале серых эталонов на спектрофотометре Datascolor mod.3880 с помощью пакета программ для решения задач текстильной колористики «Павлин». Образцы поликапроамидной ткани, окрашенные соединениями 4,5,6 показали высокую устойчивость к воздействию мокрых обработок и поту (4-5 баллов).

Результаты исследования показали, что синтезированные азосоединения способны окрашивать ткани из полиамидных волокон в цвета красно-фиолетовой гаммы, обеспечивая при этом хорошие показатели устойчивости окраски к действию физико-химических факторов

и могут рассматриваться в качестве перспективных объектов для получения на их основе рН-чувствительных сенсорных систем.

Показано, что при иммобилизации красителя на материале-носителе наблюдается обратимый эффект изменения окраски при изменении рН, что подтверждает перспективность использования изученных азосоединений в технологиях разработки новых многофункциональных рН-чувствительных сенсорных материалов.

Установлено, что разработанные рН-чувствительные текстильные материалы могут эффективно за короткий промежуток времени обнаруживать пары кислот невооруженным глазом, а также проявляют высокую устойчивость к агрессивным средам, что говорит о возможности многоразового использования такого рН-чувствительного датчика и перспективности их внедрения в защитную одежду или средства индивидуальной защиты, применяемые на химических производствах.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. L. Van der Schueren and K. De Clerck The Use of pH-indicator Dyes for pH-sensitive Textile Materials // *Textile Research Journal*. –2010. V. 80. –P. 590-603.
2. Hong, T., Choi, Y. K., Lim, T., Seo, K., Jeong, S., & Ju, S. (2021). Elastic Halochromic Fiber as a Reversible pH Sensor. *Advanced Materials Technologies*. –2021. V. 6. — № 3. –P. 2001058.
3. N. J. Yam, A. Rusli, Z. A. A. Hamid, M. K. Abdullah, K. I. K. Mar-silla Halochromic poly (lactic acid) film for acid base sensor // *Applied polymer science*. –2020. V. 138. –P. 1-11.
4. Pakolpakçıl A., Osman B., Özer E. T., Şahan Y., Becerir B., Gökta-lay G., Karaca E. Halochromic composite nanofibrous mat for wound healing monitoring. // *Materials Research Express* – 2019. – V. 6. – № 12. – P. 1250c3.
5. Promphet, N., Rattanawaleedirojn, P., Siralermukul, K., Soatthiyanon, N., Potiyaraj, P., Thanawattano, C., Rodthongkum. Non-invasive textile based colorimetric sensor for the simultaneous detection of sweat pH and lactate // *Talanta*. — 2018. — V. 192. — P. 76-86.
6. Мелешенкова В.В., Шукуров Р.О., Кузнецов Д.Н. Новые азокрасители на основе 1,3-дигидроксинитробензола и 2,4,6-тригидроксинитробензола для поликапроамидных волокон // *Хим. волокна*. – 2021. – №6. – С. 77-81.

## РАЗРАБОТКА РУЧНОГО ТКАЦКОГО СТАНКА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА МНОГОСЛОЙНЫХ ТКАНЕЙ

### DEVELOPMENT OF A MANUAL WEAVING MACHINE FOR PRODUCING MULTILAYER FABRICS

Д.В. Муратов, Д.А. Пирогов  
D.V. Muratov, D.A. Pirogov

Ивановский государственный политехнический университет»,  
Ivanovo State Polytechnic University  
E-mail: dtenshov@list.ru, pirogov81@mail.ru

Для успешного исследования и проектирования композиционных материалов необходимо проведение теоретических исследований, а для подтверждения их результатов требуется проведение опытно-экспериментальных работ. Для этого необходимо изготовление опытных образцов многослойных тканых материалов для дальнейшего изготовления из них образцов композитов для проведения экспериментальных исследований по изучению физико-механических свойств, в этом состоит основная цель работы. Поставленные в проекте задачи заключаются в: модернизации конструкции старого ручного станка для производства обычных тканей, до конструкции способной выпускать многослойные материал; изготовлении многослойных тканых материалов; изготовлении экспериментальных образцов композиционных материалов. Представлены полученные на данный момент результаты и дальнейшие задачи работы.

**Ключевые слова:** 3D ткачество, ручной ткацкий станок, многослойные ткани, физико-механические свойства, композиционный материал.

For successful research and design of composite materials it is necessary to carry out theoretical research, and for confirmation of their results it is required to carry out experimental works. For this purpose it is necessary to produce prototypes of multilayer woven materials for further production of composite samples for experimental research on the study of physical and mechanical properties, this is the main goal of the work. The tasks set in the project are: modernization of the design of an old manual machine for the production of ordinary fabrics, to a design capable of producing multilayer materials; production of multilayer woven materials; production of experimental samples of composite materials. The results obtained so far and further work tasks are presented.

**Key words:** 3D weaving, hand loom, multilayer fabrics, physical and mechanical properties, composite material.

В современном мире без композиционных материалов не обходится ни одна отрасль промышленности. Композиционные материалы активно применяются в авиации для высоконагруженных деталей самолетов (обшивки, лонжеронов, нервюр, панелей и т. д.) и двигателей (лопаток компрессора и турбины и т. д.), в космической технике для узлов силовых конструкций аппаратов, подвергающихся нагреву, для элементов жесткости, панелей, в автомобилестроении для облегчения кузовов, рессор, рам, панелей кузовов, бамперов и т.д., в горной промышленности (буровой инструмент, детали комбайнов и т. д.), в гражданском строительстве (пролеты мостов, элементы сборных конструкций высотных сооружений и т. д.) и в других областях народного хозяйства.

Существует множество критериев разделения композитов на группы: по материалу и виду связующего, по материалу и виду армирующих элементов, по гибкости, жесткости, удельной плотности и другим критериям.

Одной из таких групп являются композиты на основе текстильных структур. В качестве связующего материала в них используют полимерные материалы, а в качестве армирующих элементов выступают ткани из технических нитей. В итоге получается материал, который имеет высокую прочность и небольшую массу. Немаловажным свойством текстильных композитов является армирование. Армирующей основой может быть простейшая ткань с



полотняным переплетением, нетканый материал, и объемные многоуровневые тканые структуры со сложным переплетением.

В настоящее время к основным текстильным технологиям, производящим основу для трехмерных композитных материалов, относят ткачество, плетение и вязание [1]. Одним из наиболее перспективных подходов для создания сложных пространственных конструкций как единого композитного материала является технология ткачества, обеспечивающая формирование трехмерной тканой заготовки (преформы) требуемого вида, структуры, толщины.

Физико-механические свойства такого композита зависят от параметров процесса ткачества, существенно влияющих на тканую структуру. Создавая специальное пространственное переплетение нитей можно управлять характеристиками напряженно-деформированного состояния объемной тканой структуры, а выбор вида технических нитей и подбор матрицы позволят получить композиционный материал с уникальными, но прогнозируемыми механическими свойствами [2]. Для успешного исследования и разработки таких материалов необходимо проведение теоретических исследований, а для подтверждения их результатов требуется проведение опытно-экспериментальных работ. Для этого необходимо изготовление опытных образцов многослойных тканых материалов для дальнейшего изготовления из них образцов композитов для проведения экспериментальных исследований по изучению физико-механических свойств.

Таким образом, цель проекта - получение опытных образцов композитов на основе многослойных тканых материалов и изучение их физико-механических свойств.

Для достижения заявленной цели, в работе поставлен ряд задач:

- Модернизация конструкции старого ручного станка для производства обычных тканей, до конструкции способной выпускать многослойные материалы;
- Изготовление многослойных тканых материалов;
- Изготовление экспериментальных образцов композиционных материалов.

На данный момент в проекте выполнено следующее:

- Выполнена модернизация заправочной линии под объемную ткань (Рис.1);
- Разработаны и созданы ремизные рамы (Рис.1);
- Разработано и создано бердо батана (Рис.1);

Модернизация заправочной линии.



Разработка ремизных рам.



Разработка берда.



Рис. 1. Модернизация элементов ручного ткацкого станка

- Разработана система питания основой (Рис.2);



Рис. 2 Система питания нитями основы ручного ткацкого станка

- Спроектирована объемная тканая структура для реализации на машине (табл.1);
- Разработана трехмерная модель предложенной тканой структуры (Рис.3);
- Разработана схема проборки в систему заправки;

Таблица 1

Кодировка объемной тканой структуры

Утки	Уровни - Основы								
	1-1	1-2	1-3	2-1	2-2	2-3	3-1	3-2	3-3
1	0	1	2	1	2	3	2	3	4
2	1	2	1	2	3	2	3	4	3
3	2	1	0	3	2	1	4	3	2
4	1	0	1	2	1	2	3	2	3
5	0	1	2	1	2	3	2	3	4

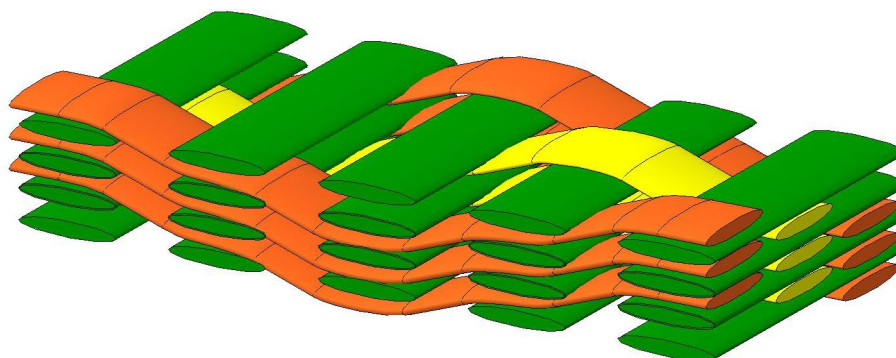


Рис. 3. Трехмерная модель объемной тканой структуры

- Изготовлена кассейная планка (рис.4);

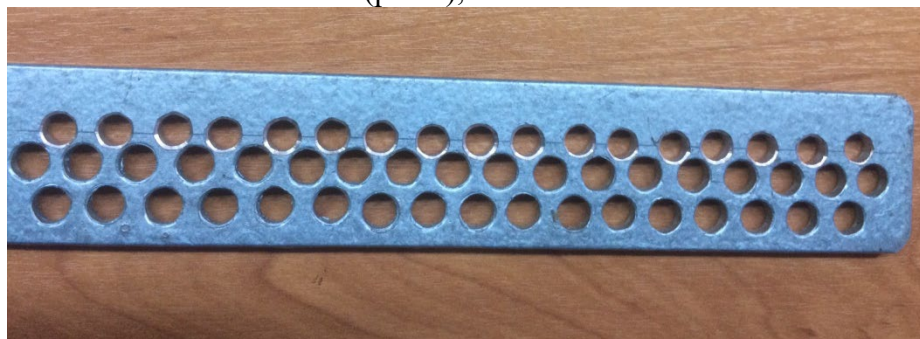


Рис. 4. Кассейная планка

В данный момент проводятся работы по установке берда батанного механизма, заправка станка, в соответствие с выбранным переплетением и заправочной схемой, проводится наладка и модернизация механизма образования зева (изготовление программных пластинок), поставлена задача расширения ассортиментных возможностей (изготовление

дополнительных ремизных рамок) и модернизация линии заправки (установка касейной планки).

*Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ и Ивановской области в рамках научного проекта № 20-41-370002.*

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Пирогов, Д. А. Математическое моделирование квазистатического процесса деформирования нити утка при формировании многослойной тканой структуры / Д. А. Пирогов, К. И. Евграфова // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. – 2019. – № 3(381). – С. 87-92. – EDN HLDGVB.
2. Пирогов, Д. А. Композиционные материалы на основе трехмерных тканых многослойных армирующих структур - конструкционные материалы настоящего и будущего / Д. А. Пирогов, Л. Б. Маслов, К. В. Клопова // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. – 2021. – № 6(396). – С. 61-71. – DOI 10.47367/0021-3497\_2021\_6\_61. – EDN LWUXUF.

## **КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ПРИ СОЗДАНИИ ПРОДАЮЩИХ ФОТОГРАФИЙ ОДЕЖДЫ**

### **JUDGING CRITERIA FOR CREATING SELLING CLOTHING PHOTOS**

Н.А. Онипченко, Д.В. Борзова, Н.А. Онипченко  
N.A. Onipchenko, D.V. Borzova, N.A. Onipchenko

Ивановский государственный политехнический университет  
Ivanovo State Polytechnical University  
E-mail: onipchenko.nikita@yandex.ru, natali-klyueva@yandex.ru

**В работе рассмотрено применение системы отслеживания взгляда в анализе каталожных фотографий моделей одежды. Основное внимание уделено анализу фотографий моделей одежды, размещенных на маркетплейсах и оптовых интернет-платформах, на предмет совпадения объекта продажи с зоной наибольшего эмоционального интереса потенциального покупателя путем фиксации движения и степени концентрации его взгляда.**

**Ключевые слова: айттрекинг, продающие фотографии, отслеживание взгляда, точки интереса.**

**The paper considers the use of a gaze tracking system in the analysis of catalog photographs of clothing models. The main attention is paid to the analysis of photographs of clothing models posted on marketplaces and wholesale Internet platforms in order to match the object of sale with the zone of the greatest emotional interest of the potential buyer by fixing the movement and the degree of concentration of his gaze;**

**Key words: eye tracking, selling photos, eye tracking, points of interest, selling photos.**

По состоянию на январь 2022 г. на территории Ивановской области зарегистрированы 4,8 тыс. СМСП, из них занятых в сфере производства текстиля и одежды – 2,5 тыс. Более 2/3 швейных компаний имеют собственные сайты (интернет-магазины), осуществляющие оптовые продажи. (Объем продаж на август 2022 г. достиг 16,7 млрд. рублей). Еще одним мощным каналом продвижения продукции являются маркетплейсы. Так, более 500 ивановских компаний, ставших партнерами «Вайлдберриз», с начала года заработали более 4 млрд рублей. Еще 130 компаний ожидают своей очереди на вхождение на данный маркетплейс [1].

Опираясь только на эти данные, можно сделать вывод, что конкуренция на онлайн площадках только растет. С ростом конкуренции выделиться в общей массе и привлечь клиента становится всё сложнее. Основной инструмент для продвижения товара – фотография, которая заставит обратить внимание покупателя и перейти на страницу с товаром, напрямую влияет на продажи. Согласно опросу Vouchercloud, 93% покупателей интернет-магазинов в первую очередь обратят внимание на визуальное оформление карточки товара. [2].

На принятие решения о совершении покупки того или иного товара можно выделить 7 основных факторов приведенных на рис. 1.

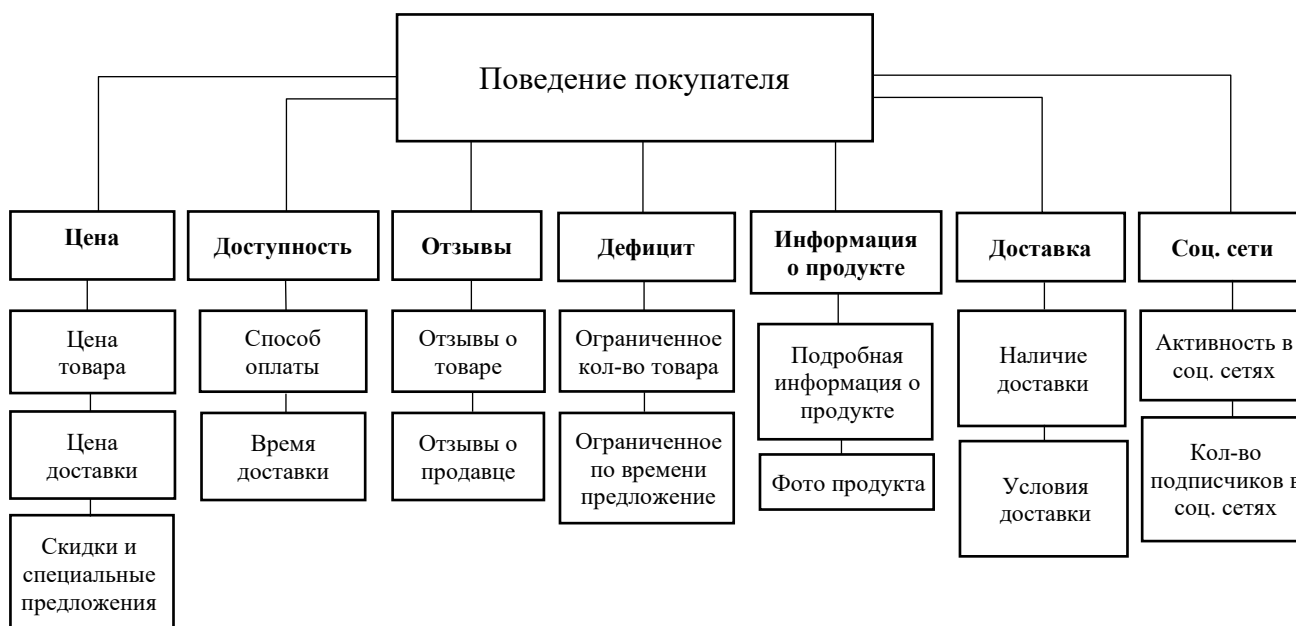


Рис. 1. Иерархическая модель поведения покупателя

В рамках работы было проведено исследование, в ходе которого установлено, что большая часть объектов/элементов фотоснимка выпадает из центра внимания, и респонденты запоминают информацию только во время фиксации взгляда, а не во время быстрых движений глаз, направленных на поиск интересного визуального ряда, поскольку в это время мозг, видимо, блокирует обработку информации. Таким образом, внимание к объекту зависит от продолжительности и количества фиксаций взгляда, а быстрые движения глаз обеспечивают поиск зон интереса. В основу исследования заложены результаты процесса фиксирования и анализа движения и степени концентрации взгляда человека на том или ином объекте в процессе создания фотографий одежды, предназначенной для реализации через инструменты электронной торговли.

В ходе работы были выявлены следующие негативные зоны интереса, которые отталкивают потенциального покупателя от принятия решения совершить покупку:

1. Вызывающий макияж. Яркий макияж и маникюр часто служит акцентом, который отвлекает от демонстрируемой одежды. Пример на рис. 2. Лицо модели закрыто рукой с ярким маникюром, что сразу бросается в глаза.

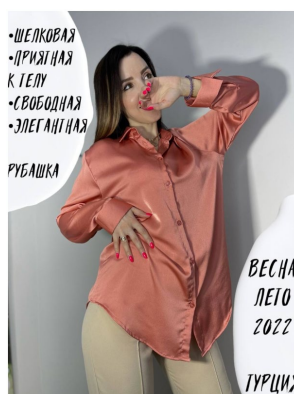


Рис. 2. Пример ошибки

2. Плохо поставленный свет во время съемки. Недостаток или избыток света в кадре, искажает цвета, формирует неправильный светотеневой рисунок, вследствие чего создает ошибочное представление о товаре у покупателя. На рис. 3. левая часть кадра переэкспонирована, в то время как правая часть недоэкспонирована. Внимание привлекает модель слева, а уже потом справа и не понятно какая из рубашек продается. Покупатель

теряется. Фотографии должны быть качественные, предмет продажи должен быть в фокусе, четким и без искажений. На фотографиях не должно быть логотипов, кусков лишнего фона или стороннего изображения



Рис. 3. Пример ошибок в освещении

3. Привлечение непрофессиональных моделей. Неопытные модели демонстрируют скованность и неуверенность. Внимание покупателя смещается с одежды на модель.



Рис. 4. Пример неудачной позировки

4. Непродуманная концепция съемки (выбор места, фона, декораций). Отсутствие единого визуального стиля затрудняет восприятие (Рис. 5.). Рекомендуется использовать нейтральный фон для того, чтобы сделать акцент на товаре. Допускаются имиджевые фотографии при условии, что фон стилистически оправдан и не отвлекает всё внимание на себя. Вся фигура модели должна быть равномерно освещена.



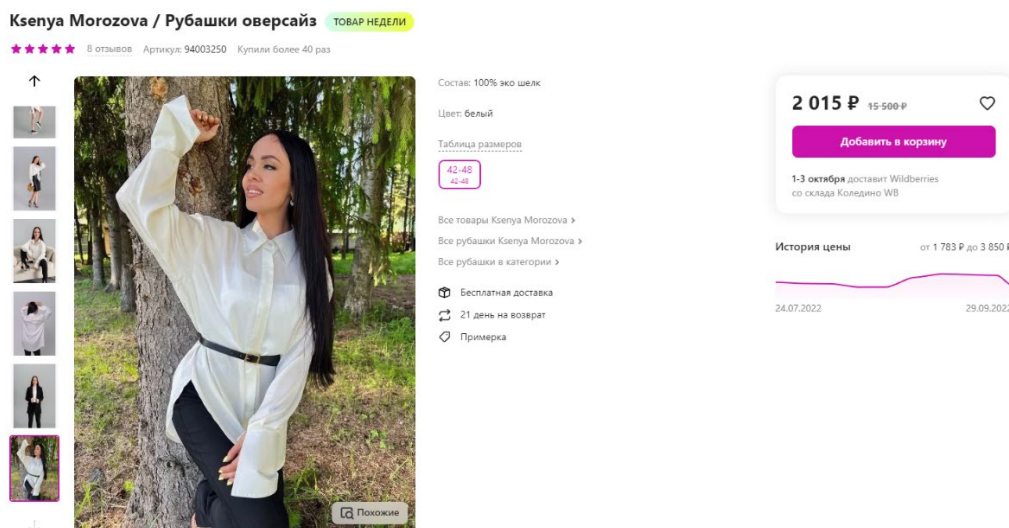


Рис. 5. Пример неудачного выбора фона съемки

5. Неправильная постановка кадра. Выбор точки съемки прямым образом влияет на эмоциональное восприятие снимка. Объект, снятый сверху, кажется меньше, чем есть на самом деле. На рис. 6. приведен пример неправильной точки съемки. Для фотографий одежды необходимо снимать не только полноростовые фотографии, но и делать крупные кадры деталей одежды.

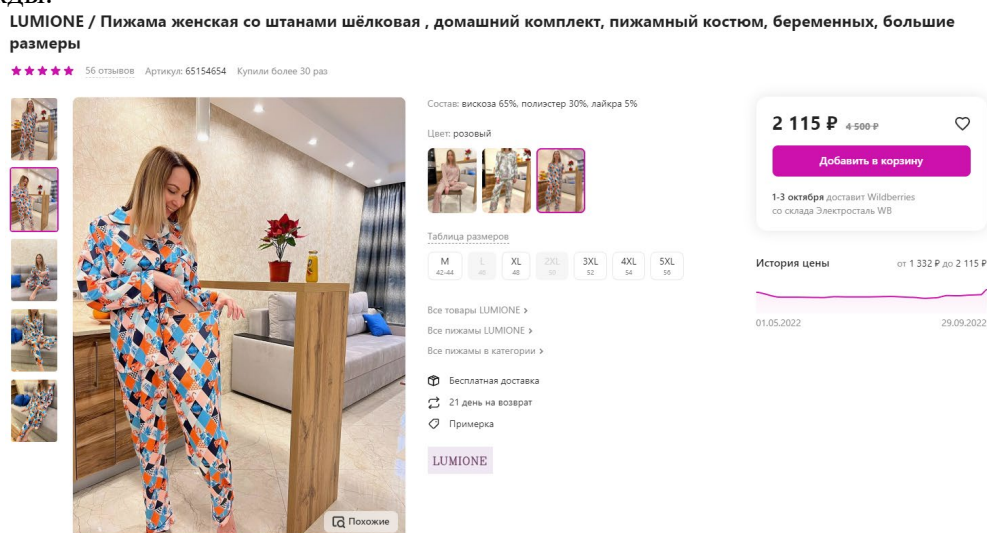
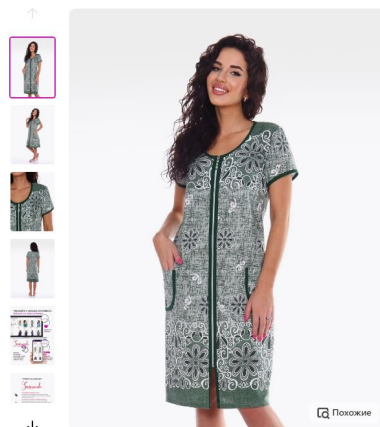


Рис. 6. Пример неправильного построения кадра

6. Неправильно выбранная целевая аудитория. Знание целевой аудитории (ЦА) позволяет эффективно планировать рекламное продвижение и стратегии продаж. Каждая из этих групп ЦА имеет свои индивидуальные потребности и обращают внимания на разные детали в рекламе. Поэтому нужно продумывать свою стратегию продвижения для каждого сегмента отдельно. В данном случае (Рис. 7, а,б) модель одежды явно рассчитана на аудиторию женщин 40+ (что видно по отзывам на рис. 7, б), но демонстрирует одежду модель больше подходящая для ЦА девушек 20+.

Serenada / Халат женский большого размера

★★★★★ 553 отзыва Артикул: 65911922 Купили более 400 раз



Состав: хлопок

Цвет: фисташковый



Таблица размеров

46	48	50	52	54	56	58	60
46	48	50	52	54	56	58	60

Все товары Serenada >  
Все халаты домашние Serenada >  
Все халаты домашние в категории >

- Бесплатная доставка
- 21 день на возврат
- Примерка

Serenada

1 507 Р ~~3 140 Р~~

Добавить в корзину

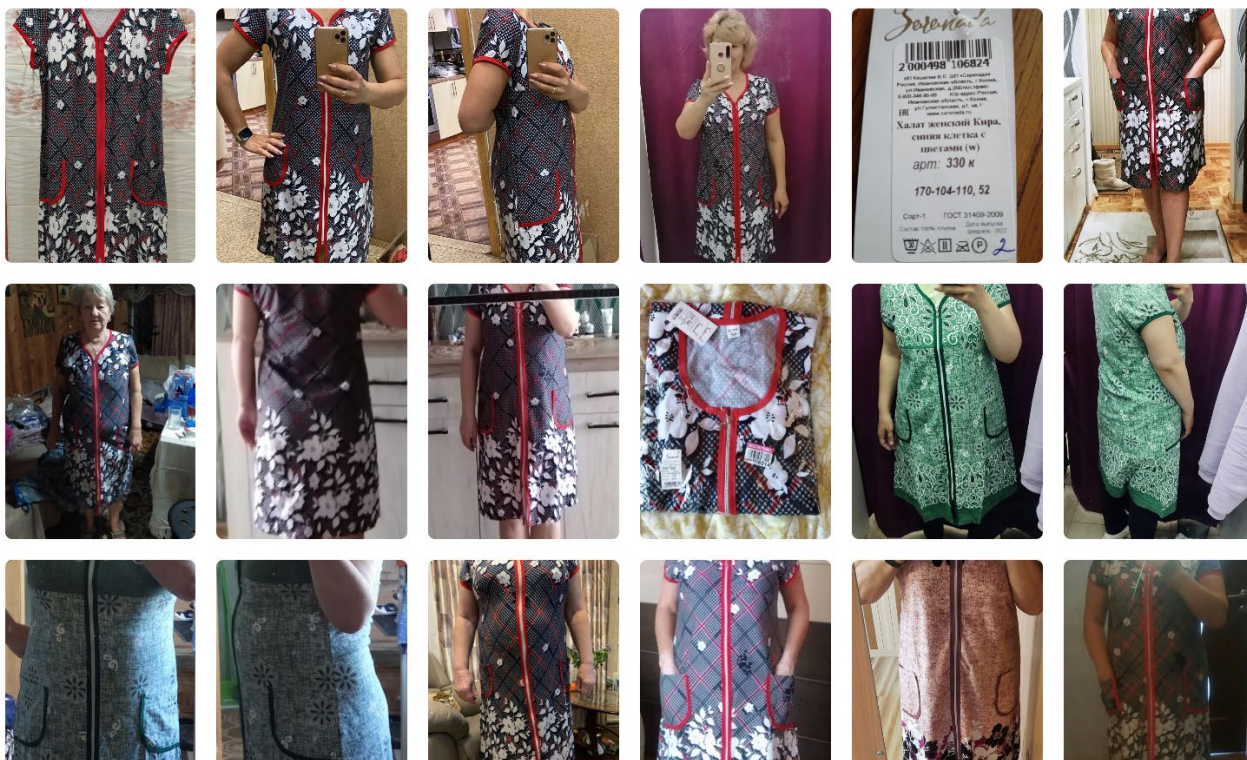
1-3 октября доставит Wildberries со склада Коледино WB

История цены от 1 135 Р до 1 507 Р

24.04.2022 30.09.2022

a)

Все фото покупателей (25)



б)

Рис. 7. Пример неправильно выбранной целевой аудитории

7. Фото товара не подходит онлайн площадке. Не допускаются вычурные и неестественные позы. Рекомендуется расслабленное позирование, естественные позы.





Рис. 8. Пример неправильного выбора фото для маркетплейса

Бурное развитие интернета, безналичных способов оплаты, а также появление надежных почтовых и курьерских компаний, способствовало, в последние годы, широкому развитию дистанционных способов продаж. Фотография, при таком способе продаж, стала важнейшим инструментом, от которого в огромной степени будет зависеть успех реализации товара: без качественных, красивых фотографий, интерес покупателя к интернет-магазину будет минимальным, а продажи далеки от желаемых.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ивановские предприниматели нарастили свои доходы на Wildberries на 136% // [Электронный ресурс] – URL: <https://www.ivanovonews.ru/news/1155686/>
2. eCommerce Psychology – Why Does Customer Psychology Matter in Retail? // [Электронный ресурс] – URL: <https://www.vouchercloud.com/resources/consumer-psychology-the-e-commerce-checkout>
3. Bucko J. Online shopping: Factors that affect consumer purchasing behaviour / Kakalejčik L, Ferencová M. // Cogent Business & Management – 2018
4. Xia H. Creating the best first impression: Designing online product photos to increase sales / Pan X., Zhoua Y., Zhangb Z. // Decision Support Systems – 2020
5. Sheng H, Eyes Don't Lie: Understanding Users' First Impressions on Websites Using Eye Tracking / Lockwood N.S., Dahal S.

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ВЫПОЛНЕНИЕ В МАТЕРИАЛЕ ФОЛЬКЛОРНОГО ОБРАЗА С ТЕМАТИКОЙ ВОСТОЧНЫХ ОГУРЦОВ

### DESIGN AND IMPLEMENTATION IN THE MATERIAL OF A FOLKLORE IMAGE WITH THE THEME OF ORIENTAL CUCUMBERS

А.Э. Оруджева, К.М. Демьяненко

A.E. Orudzheva, K.M. Demyanenko

Ивановский государственный политехнический университет

Ivanovo State Polytechnic University

E-mail: ayyuy.com.ruu@gmail.com, bulavka\_ksu@mail.ru

Темой исследования является изучение орнамента «Восточный огурец». Этот замысловатый орнамент в виде капли или бутона цветка имеет большое множество названий: восточный или индийский огурец, турецкий огурец, слеза Аллаха, бута. Согласно восточным поверьям, он приносит своему обладателю счастье, долголетие и процветание.

**Ключевые слова:** орнамент, огурец, пальто, цифровая печать, фольклор, восточный костюм;

The subject of the research is the study of the Oriental Cucumber ornament. This intricate ornament in the form of a drop or a flower bud has a large number of names: oriental or Indian cucumber, Turkish cucumber, tear of Allah, buta. According to Eastern beliefs, it brings happiness, longevity and prosperity to its owner.

**Keywords:** ornament, cucumber, coat, digital printing, folklore, oriental costume;

Восточный огурец можно смело назвать одним из самых древних и при этом весьма популярным и в наши дни орнаментом. Он из тех восточных орнаментов, которые не кажутся слишком экзотичными, легко адаптируются к любой культуре, цветовой гамме и никогда не выходят из моды. Он не связан сезонными условностями и органично смотрится и в летней одежде, и в более теплой [1].

По возникновению восточного огурца есть версии, что бута – это конвергенция стилизованного цветочного орнамента и кипарисового дерева: зороастрийский символ жизни и вечности. Или изогнутый кедр, дерево Зороастра, посаженное им в раю. Небесное дерево «согнулось» под тяжестью арабского нашествия и мусульманского завоевания Персии. Согнутый кедр также считается признаком силы и сопротивления, но в то же время силы скромной, мягкой. Большинство исследователей склоняются к тому, что узор персидского происхождения, а некоторые даже называют конкретную дату и место – 1700 г. до н.э., город Язд, Ирак. В Язд до сих пор сохраняется традиция ручного ткачества из шелка и шерсти, часто включающие бута-мотивы [2]. Другая часть исследователей полагает, что мотив появился гораздо позже, при династии Сасанидов (224-651 гг.). Развитие узор получил в Царстве Кашмир во времена правления монгольского императора Акбара (1556-1605). Ткацкое производство резко возросло, шали и платки делались на экспорт в Китай, Индию и страны Ближнего Востока. Платки носили в основном мужчины, но узор бута был не таким, каким мы его знаем сейчас, а изображался как загнутый цветок с листьями и стеблем. Бута был основным текстильным рисунком в Иране при династиях Каджар и Пехлеви. В эти периоды мотив использовался для украшения королевских регалий, корон и одежд придворных, а также для простых тканей, используемых населением в целом. По данным азербайджанских историков, дизайн бута является древнейшим зороастрийским символом и является выражением сущности этой религии. Сейчас это просто декоративный элемент, широко использующийся в ряде стран мира [3].

Не случайно для изучения и выполнения в материале образа автор выбрал именно «Буту», он широко используется в Азербайджане, там, откуда этническое происхождение автора.

Вдохновившись исследованием «Восточного огурца», автор создал эскизный ряд коллекции и отшил образ. Для образа был создан авторский принт с элементами мотивов восточного огурца и нанесен на трикотажное полотно методом цифровой печати. В коллекции отражена богатая история орнамента, ее сочетание с современной модой и актуальными трендами. Цветовая палитра контрастная, использованы два цвета – голубой и ярко-красный. Акцент в образе ставится на орнаменте внутреннего изделия - платья, в качестве компаньонов используется однотонная ткань из нее изготавливается верхнее пальто [4].

Со временем пейсли взяли на вооружение многие дизайнеры при создании своих коллекций, в частности Джироламо Этро – основатель бренда Etro – постоянно использует этот узор в своих работах. В 1981 году Джироламо Этро выпустил коллекцию декоративных тканей с орнаментом пейсли, вслед за ним к узору обратился модный дом Emilio Pucci. На сегодняшний день практически все дома моды имеют в прошлом хотя бы одну коллекцию «в огурцах».



Рис. 1. Etro. Коллекция с орнаментом «огурец»

Коллекция Jil Sander весна-лето 2012. Активный принт с новой трактовкой восточного огурца.



Рис. 2. Jil Sander весна-лето 2012

Таким образом, бута, которые в древние времена определялись религиозными и фантастическими представлениями, а позднее имели символический смысл, со временем утратили эти значения и постепенно превратились в декоративные элементы различного содержания и различных форм, применяющиеся в разных странах разной этнической принадлежности дизайнерами. Результаты научного исследования и разработки авторской коллекции доказывают, что дизайн-адаптация исторических образцов и орнаментов «восточного огурца» могут быть актуальны для современных модных трендов и направлений [5].



Рис. 3. Эскизный ряд фольклорной коллекции одежды



Рис. 4. Эскиз фольклорного образа и выполнение в материале фольклорного образа

#### ЛИТЕРАТУРА

1. О. Расине, Орнамент всех времён и стилей. Том 1, 2004.
2. Г.Г. Павленко Краткие очерки орнаментных стилей издание Строгановского училища Москва 1889г.
3. В. В. Ермилова, Д. Ю. Ермилова, Н. Б. Ляхова, С. А. Попов. — 3-е изд., Композиция костюма: учеб. пособие для академического бакалавриата.
4. Огюст Расине Орнамент всех времен и стилей. Том 2., Арт-родник, 2004.
5. Т.В. Козлова, Н.Г. Мизонова, Использование русских национальных мотивов в мировой моде / Изв. Вузов. Технология текстильной промышленности. 2013.

## ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЦВЕТА В МОДЕ НА ОСНОВЕ ПОЛИТЕЧЕСКИХ СОБЫТИЙ

### PREDICTION OF COLOR IN FASHION BASED ON POLITICAL EVENTS

А.Э. Оруджева, К.Д. Дементьева  
A.E. Orudzheva, K.D. Dementieva

Ивановский государственный политехнический университет  
Ivanovo State Polytechnic University  
E-mail: auyuuu.com.ruu@gmail.com

В статье рассмотрены наиболее значимые периоды истории с 1900 по 2022 года, имевшие большое влияние на выбор цветовой гаммы в одежде. Так же на их основе составлен примерный прогноз на 2023-2025 года

**Ключевые слова:** прогнозирование цвета, мода, цветовая гамма

The article discusses the most significant periods of history from 1900 to 2022, which had a great influence on the choice of colors in clothing. Also, based on them, an approximate forecast for 2023-2025 was made.

**Keywords:** color prediction, fashion, color gamut

Цветовая гамма 1900 годов. 1900-е годы часто характеризуются как относительно мирное и стабильное в сравнении с последующим периодом мировой войны и нескольких революций. Десятилетие характеризуется быстрым научным и техническим прогрессом, появлением трудов Макса Планка и Константина Циолковского, изобретение самолётов, началом внедрения радио и распространением кинематографа. В это относительно мирное время в цветовой гамме одежды модниц преобладали зеленый, фиолетовый, голубой, розовый [1].

Цветовая гамма 1914-1918 годов. Первая мировая война и вызванные ею революции стали переломным этапом в истории Европы и всего человечества. Они открыли эпоху истории новейшего времени. В страхе перед шпионами, которые могут переправлять государственные тайны в Германию «голубиной почтой», в Британии начались аресты подозрительных граждан враждебного государства. Венские газеты пестрели, словом, Durchhalten («продержаться»), хотя все больше людей задавалось вопросом, доколе им предстоит «держаться». В Британии женщины начали браться за мужскую работу. Если в 1914 году на железных дорогах трудилась всего тысяча женщин, четыре года спустя число таких работниц достигало уже 14000 [2].

Данная общемировая ситуация в не могла не отразиться на цветовой гамме одежды. В ходе анализа были изучены коллекции и эскизы одежды и сформированы следующие выводы: цветовая гамма данного временного периода была достаточно приглушенных оттенков серого, зеленого коричневого и красного цветов. Многие старались избегать ярких цветов и смелых решений ввиду сложившейся ситуации, затронувшей весь мир.



Рис. 1. Изображение цветовой гаммы 1914-1918 гг.

Цветовая гамма 1930-1947 годов. Мир накрыла волна Великой депрессии. Разорились акционерные общества и банки, обесценились деньги, закрылись многие предприятия,

общество накрыла волна безработицы. Демонстрация богатства через внешний вид становится нежелательной и даже неприличной. По большому счету, именно Великая депрессия стала первым периодом в истории человечества, который фактически уравнил богатых и бедных во всем, что касается одежды [3].

Проанализировав рынок одежды данного периода времени, можно сделать вывод: в одежде преобладали серый, красный, бежевый и темно-синий цвета, что во многом передает всеобщее настроение людей и безрадостное время в истории.



Рис. 2. Изображение цветовой гаммы 1930-1938 гг.

Вторая мировая война, последовавшая после «Великой депрессии», возникла в результате обострения социальных, идеологических и национальных противоречий как внутри ряда крупнейших стран мира, так и между государствами и группами государств, милитаризации всех сфер общественной жизни. Жизнь была крайне сложная. Женщины и дети выполняли на заводах тяжелую работу. Трудиться приходилось по 14 и более часов. Еды не хватало, многие крестьяне воевали, поэтому кормить страну было некому.

Цвета того времени были мягкими и припылёнными с желтизной сливок, синеватыми серыми, с акцентами глубокого зеленого и бордового [4].



Рис. 3. Изображение цветовой гаммы 1939-1945

Послевоенные годы начинались с пафоса восстановления, надежд на перемены. Главное – война была позади, люди радовались тому, что остались в живых, все остальное, включая бытовые условия, было не столь важно. Люди жили надеждой, что очень скоро наступит новая, более свободная и обеспеченная жизнь, поэтому советское общество тех лет называют «обществом надежд» [5].

Цветами взятого периода стали салатовый, зеленый, красный, синий, но преобладающим стал белый цвет, символизирующий надежду и свободу, которую люди с таким трудом добились для себя и своей страны.



Рис. 4. Изображение цветовой гаммы 1945-1947

Цветовая гамма 2019-2022 годов. Всестороннее влияние пандемии на человека связано не только с потенциальными рисками инфицирования. Карантин, который был объявлен из-за распространения COVID-19, негативно отразился на всех сферах – от экономики до области культуры и бизнеса. Вспышка коронавируса принесла большое количество летальных исходов, изменила жизнь обычных людей: нарушила планы, отдалила от друзей и близких, заставила в ускоренном темпе обучиться новому. В 2022 Новый кризис возник в непростое для мировой экономики время. Теперь же новые события могут «свести на нет часть этого прогресса».

Преобладающими цветами стали морозный серый, светло-зеленый (светло-оливковый), «перец чили», коричневый, темно-оранжевый, бирюзовый и холодный серый.





Рис. 4. Изображение цветовой гаммы 2019-2022

Изменения цветовой гаммы в одежде напрямую зависят от происходящих политических, экономических и социальных событий, а так же от психологического состояния людей. Выбор цветового тона кардинально воздействует на психо-интеллектуальное состояние личности. Сдержанная в цветовой гамме среда привлекает, успокаивает, благоприятствует творческой атмосфере, улучшает коммуникацию людей. Цвет, как и форма, воздействует эмоционально на любую личность. Он способен вселять ощущения комфорта и умиротворения, привлекать или отталкивать, тревожить или возбуждать [6].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Шарлотта 3. Век модельеров 1900-1999.
2. Oriental Costumes Their Designs and Colors "Восточные костюмы. Их конструкции и цветы" 1900
3. Мерцалова М.Н. История костюма / М.Н. Мерцалова. - М., 1972
4. Арславская Н.М. Мода, вкус, красота / Н.М. Арславская. - М.: Профиздат, 1991.
5. Васильев, Александр История моды. Выпуск 8. Русские красавицы. Книга 2 (подарочное издание) / Александр Васильев. - М.: Этерна, 2007.
6. Вестник моды.1903 (буклет/Открытки). - Москва: Гостехиздат, 2015. - 314 с.

## ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ТЕКСТИЛЬНЫХ ФИЛЬТРОВ

### TECHNOLOGY FOR OBTAINING TEXTILE FILTERS

В.Ю. Петрушина, Р.Н. Зыков, О.В. Козлова  
V.Y. Petrushina, R.N. Zykov, O.V. Kozlova

Ивановский государственный химико-технологический университет  
Ivanovo State University of Chemical Technology  
E-mail: ovk-56@mail.ru

**Работа посвящена разработке технологии придания полиэфирной ткани супервысокой плотности заданного уровня водопроницаемости. Показано, что при использовании эффективных препаратов фторорганической природы появляется возможность сообщения текстильному материалу помимо требуемой водопроницаемости дополнительных свойств кислотостойкости, которые необходимы при использовании фильтрующих материалов в условиях агрессивной среды.**

**Ключевые слова:** текстильные фильтры, водопроницаемость, агрессивные среды, полиэфирные ткани, фторорганические соединения.

**The work is devoted to the development of a technology for imparting a given level of water permeability to a polyester fabric of superhigh density. It is shown that when using effective preparations of an organ fluorine nature, it becomes possible to impart to the textile material, in addition to the required water permeability, additional properties of acid resistance, which are necessary when using filter materials in an aggressive environment.**

**Keywords:** textile filters, water permeability, aggressive media, polyester fabrics, organ fluorine compounds.

В настоящее время, основной задачей текстильной промышленности является улучшение качества выпускаемой продукции с целью повышения ее конкурентной способности, одновременное снижение материальных и энергетических затрат на производство и, в результате, снижение себестоимости выполненной продукции. Все более актуальны технологии, которые отличаются экологичностью, легкостью при использовании тех или иных режимов обработки текстильных изделий.

Одним из инновационных и перспективных направлений является создание многофункционального текстиля, направленного на эксплуатацию в жестких и экстремальных условиях. Особенность таких материалов сводится к приобретению ими таких свойств, как износостойкость, формоустойчивость, малоусадочность, малосминаемость, а из специальных – бактерицидных, огнезащитных, олео- и гидрофобных, антистатических и др. свойств. Наиболее актуальным из перечисленных в последнее время является способность ткани к отталкиванию молекул воды. Все это можно достичь с помощью химического модифицирования текстильных материалов. Создание таких тканей неразрывно связано с выбором текстильных материалов, а также с выбором препаратов, которые в конечном итоге сформируют на поверхности материала правильное гидрофобное покрытие, а также будут экологически и экономически эффективными.

При описании тканей, способных отталкивать молекулы воды, часто используются два близких по значению термина — «водонепроницаемость» и «водостойкость». Ими обозначают текстиль, который сопротивляется намоканию и проникновению влаги.

В теории разницы между этими понятиями нет — под определённым давлением вода может либо просочиться сквозь материал, либо разрезать его. Поэтому технически все ткани можно считать «водостойкими» лишь до определённого предела. Более того, в промышленности под термином «водостойкость» часто подразумевают устойчивость материала к его разрушению/размягчению водой.



Непроницаемую для воды ткань получают различными приемами:

– нанесением на неё одного или нескольких слоёв не впитывающего воду полимера — ПВХ, силикона или полиуретана. Такой подход, как правило, используется для придания водонепроницаемых свойств тентам, рюкзакам, термомешкам; так как от них не требуется интенсивный отвод испаренной влаги. Чем больше слоёв полимера будет нанесено на ткань, тем выше будет её водостойкость и вес.

– присоединением к ткани мембраны, непроницаемой для воды в её жидкой форме, но способной пропускать через себя её пары. Благодаря «дышащим» свойствам (паропроницаемости) получающегося материала, такие ткани используются для пошива одежды для активного отдыха и спорта. Технологии создания самой мембранной плёнки и способы её соединения с лицевой тканью могут повлиять на её конечную водостойкость, которая может отличаться в широких пределах [1].

– путем пропитки фторорганическими соединениями с целью химической модификации и изменения поверхностной морфологии волокон, препятствующей проникновению молекул воды в ткань. Такая технология является более привлекательна, например, для более тонких спортивных тканей, где необходимы одновременно и свойства водоотталкивания и паропроницаемости.

Получить текстиль с водонепроницаемой отделкой в соответствии с требованиями ГОСТ – задача вполне определенная и выполнимая. Однако в особых условиях полная водонепроницаемость не требуется, а необходимо получить ткань с некоторым диапазоном этого показателя, как, например, для фильтрующих материалов. Выполнение такой задачи требует от технологов некоторой профессиональной квалификации.

Целью данной работы является создание технологии получения полиэфирной ткани с заданным уровнем водонепроницаемости. Кроме того готовый материал должен иметь необходимый уровень кислотостойкости для использования его в качестве фильтрующего материала в условиях агрессивной (кислой) среды.

Объектом исследования являлась ткань полиэфирная с поверхностной плотностью 600 г/м<sup>2</sup>. На первом этапе исследований производили выбор наиболее эффективного препарата и создание композиции на его основе, обеспечивающих получение устойчивого эффекта водонепроницаемой отделки тканей.

С целью определения возможности применения препаратов различных фирм в композициях для заключительной отделки тканей нами проанализированы зарубежные препараты нового поколения: HUCA (Archroma), RUCO-Guard AIR (Rudolf), SF Guard S8, которые, в отличие от препаратов предыдущего поколения такого же функционального назначения, не требуют использования в композициях дополнительно сшивающих препаратов. Такими препаратами, до недавнего времени широко используемыми на текстильных предприятиях России, являлись фторсодержащие препараты серии Репелланов, которые требовали в своем составе дополнительно сшивающее вещество, катализатор и воскообразный гидрофобизатор.

Технология отделки основывалась на традиционно проводимых режимах заключительной грязе-, масло-, водоотталкивающей, кислотостойкой и др., отделок для полиэфирных и полиэфирсодержащих тканей, предназначенных для эксплуатации в специальных производствах и цехах, предполагающих использование агрессивных сред.

Оценка эффективности отделки тканей определяются по показателям водонепроницаемости, разрывной прочности и усадки, а также оценивали эффективность полученного эффекта до и после обработки в агрессивной (кислой) среде.

Технология отделки ткани заключалась в использовании указанных выше водных дисперсий полимеров и дополнительных реагентов и включала:

– пропитку ткани двукратным погружением в пропиточный раствор состава, включающего, препарат на основе фторсодержащих веществ в концентрации от 40 г/л и катализатор. Реакция среды (pH) – ок. 5;

– сушка, T=80°C; термофиксация горячим воздухом в натянутом состоянии, T=160°C, τ=2,5 мин.

Поскольку исходная ткань содержала замасливатель, то испытывались ткани как исходные (не промытые), так и промытые с использованием неионогенного ПАВ (феноксола БВ-9/10) при температуре 60-70 °С.

Результаты отделки по показателям водопроницаемости соответствовали требованиям заказчика, прочностные показатели тканей (с отделкой и без отделки) - приведены в табл. 1 по двум составам, которые показали наилучшие результаты по предварительным испытаниям по показателям водопроницаемости.

Таблица 1

Показатели разрывной прочности полиэфирных тканей

№ поз	Наименование связующего	Показатели усадки, %		Разрывная прочность, Н		Разрывная прочность, Н после обработки в агрессивной среде	
		основа	уток	по основе	по утку	по основе	по утку
1	Состав 1	3,1	1,9	1009	1566	1333	1294
2	Состав 1 на промытой ткани			980	1441	1205	1234
3	Состав 2	2,96	1,82	1156	1313	1264	1335
4	Состав 2 на промытой ткани			989	1490	1274	1460
5	Исходная ткань	3,88	7,85	1117	1441	902	1039
6	Исходная ткань промытая			1186	1314	1215	1412

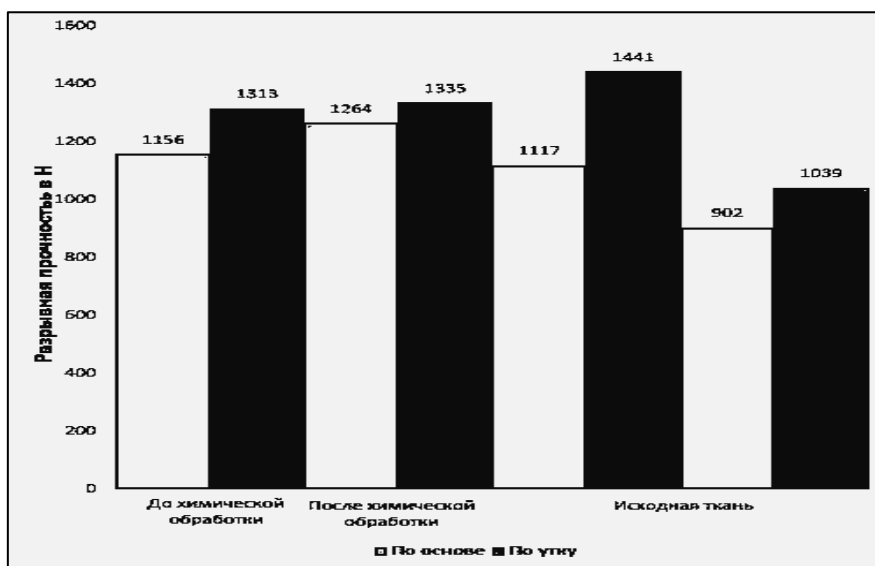


Рис. 1. Показатели разрывной прочности для полиэфирной ткани до и после химической обработки при использовании состава на основе препарата SF Guard S8

Как можно видеть из табл.1 и на рис.1 на примере состава 2 (при использовании SF Guard S8) прочность материала после промывки исходной ткани увеличивается в результате значительной усадки (поз.5 и 6); после обработки ткани составами 1 или 2 значительно снижается усадка ткани после мокрых обработок, особенно по утку (поз.1 и 3 в сравнении с поз.5); прочностные характеристики после обработки аппретами практически мало меняются

до и после воздействия химически-агрессивной среды, тогда как прочность не аппретированной ткани (поз.5) снижается значительно, что свидетельствует о стабилизации структуры полиэфирного волокна при химической модификации выбранными препаратами.

С целью использования полученных фильтрующих материалов в химических производствах они должны иметь в течение некоторого времени перманентный эффект. Методика проверки устойчивости полученных свойств, в данном случае прочностных свойств, заключалась в обработке ткани в агрессивной среде – смеси пероксида водорода (30%-ного), воды и соляной кислоты (до характерного запаха хлора). Экспресс-обработку проводили при pH=0 в течение 1 часа.

Показатели водопроницаемости тканей, оцененные с помощью дождевальной установки в условиях двух действующих предприятий, показали положительные результаты по измеряемым показателям. Причем при сравнении показателей водопроницаемости на тканях, обработанных составом 2 с разной концентрацией основного вещества – от 40 до 80 г/л, показано, что значительного изменения при увеличении концентрации препарата до 80 г/л на результаты не наблюдается, поэтому нет необходимости увеличивать концентрацию препарата до максимально рекомендуемой для применения.

На основе выданных рекомендаций к промышленному производству текстильных фильтров получены опытные образцы материалов, изготовлены фильтры, которые в настоящее время проходят испытания на химическом производстве.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. <https://sport-marafon.ru/article/vodostoykost-i-vodonepronitsaemost-v-chyem-raznitsa/>
2. Schymitzek, T. Unisperse pigments – new dyestuffs for pigment printing on textiles / T. Schymitzek, T. Esche // *Melliand Textilberichte*. – 1997. – V. 78. № 6. – P. 423 – 428, E 89.
3. Новый яркий пигмент для печати фирмы BASF // *Текстиль. пром-ть*. – М.: Легпроминформ. – 2003. – № 1. – С. 30 – 31.
4. Ferrario, N. Possible harmful substances arising from the use of dyes or pigments in textile processing / N. Ferrario, M. Leva // *Tintoria*. – 2001. – V. 98. - № 12. – P. 58 – 59.
5. Худяков, А. Е. Новая концепция непрерывного крашения пигментами в светлые тона (CIBA, IRGAPHOR,SPD) / А. Е. Худяков // *Текстильная химия*. – 2002. – №1 (20). – С. 22-24.

## **ФОРМИРОВАНИЕ АЛГОРИТМА ПРОЕКТИРОВАНИЯ КАЧЕСТВА ГЕОТЕКСТИЛЬНЫХ ПОЛОТЕН ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В БЕТОННОМ ПОЛОТНЕ**

### **FORMATION OF AN ALGORITHM FOR DESIGNING THE QUALITY OF GEOTEXTILE CANVASES FOR USE IN CONCRETE WEB**

Е.И. Пухова, Б.Н. Гусев  
E.I. Pukhova, B.N. Gusev

Ивановский государственный политехнический университет  
Ivanovo State Polytechnic University  
E-mail: elenapuhova2000@mail.ru, gusevbnboris@yandex.ru

При создании и производстве отдельных видов строительных изделий особое место занимают композитные материалы, армированные различными анизотропными элементами в виде волокон, ровингов, нитей различного строения, текстильных полотен плоской и пространственной формы. Если армирование короткими волокнами достаточно давно используется для изготовления конструкционных композитов в строительстве, то применение непрерывных армирующих элементов в виде текстильных армирующих каркасов ещё недостаточно изучено. Объектом исследования являлось бетонное полотно, армированное композитным геотекстильным материалом, состоящего из трикотажного и нетканого полотен, для которого осуществлено формирование обобщённого алгоритма проектирования качества композитного текстильного изделия с учётом выполняемых им функций в бетонном полотне.

**Ключевые слова:** композитная геотекстильная продукция, проектирование качества, нормативные значения показателей качества.

When creating and manufacturing certain types of construction products, composite materials reinforced with various anisotropic elements in the form of fibers, rovings, threads of various structures, flat and spatial textile fabrics occupy a special place. If reinforcement with short fibers has been used for a long time for the manufacture of structural composites in construction, then the use of continuous reinforcing elements in the form of textile reinforcing frames has not yet been sufficiently studied. The object of the study was a concrete fabric reinforced with a composite geotextile material consisting of knitted and non-woven fabrics, for which a generalized algorithm for designing the quality of a composite textile product was formed, taking into account the functions performed by it in the concrete fabric.

**Keywords:** composite geotextile products, quality design, normative values of quality indicators.

Операция проектирования является основной (ключевой) в системе обеспечения качества промышленной продукции. В связи с этим необходимо постоянное развитие (совершенствование) методики проектирования (прогнозирования) качества готовой продукции.

В последнее время при создании и производстве отдельных видов строительных изделий особое место занимают композитные материалы, армированные различными анизотропными элементами в виде волокон, ровингов, нитей различного строения, текстильных полотен плоской и пространственной формы. Высокопрочные текстильные материалы широко используются в различных областях строительства, включая строительство зданий и сооружений, дорожное строительство, гидротехническое строительство и др. [1]. Если армирование короткими волокнами достаточно давно используется для изготовления конструкционных композитов в строительстве, то применение непрерывных армирующих элементов в виде текстильных армирующих каркасов только сегодня набирает популярность.

Объектом исследования являлось бетонное полотно, армированное композитным геотекстильным материалом, состоящего из трикотажного и нетканого полотен. Основными преимуществами данного строительного изделия являются: усилие напряжения

распределяется по всей площади покрытия, что позволяет избежать трещин и разрушений; монтаж бетонного полотна может проводиться с минимальным использованием оборудования, применяя при этом только стандартные строительные инструменты.

Для композитного текстильного изделия в процессе проектирования требуемого уровня качества решались следующие задачи:

- формирование обобщённого алгоритма проектирования качества композитного текстильного изделия с учётом выполняемых им функций в бетонном полотне;
- построение методики проектирования качества композитного текстильного изделия с учётом выполняемых им функций в бетонном полотне;
- определение нормативных значений показателей качества для отдельного вида текстильного материала, входящего в композитное текстильное изделие, и обладающего конкурентным преимуществом.

Основная задача состояла в формировании алгоритма проектирования качества композитного текстильного изделия, где на первом этапе воспользовались методами развёртывания функции качества [2], а в дальнейшем использовали базу данных по технологическим воздействиям. В результате была сформирована блок-схема алгоритма проектирования качества, приведённая на рис. 1.

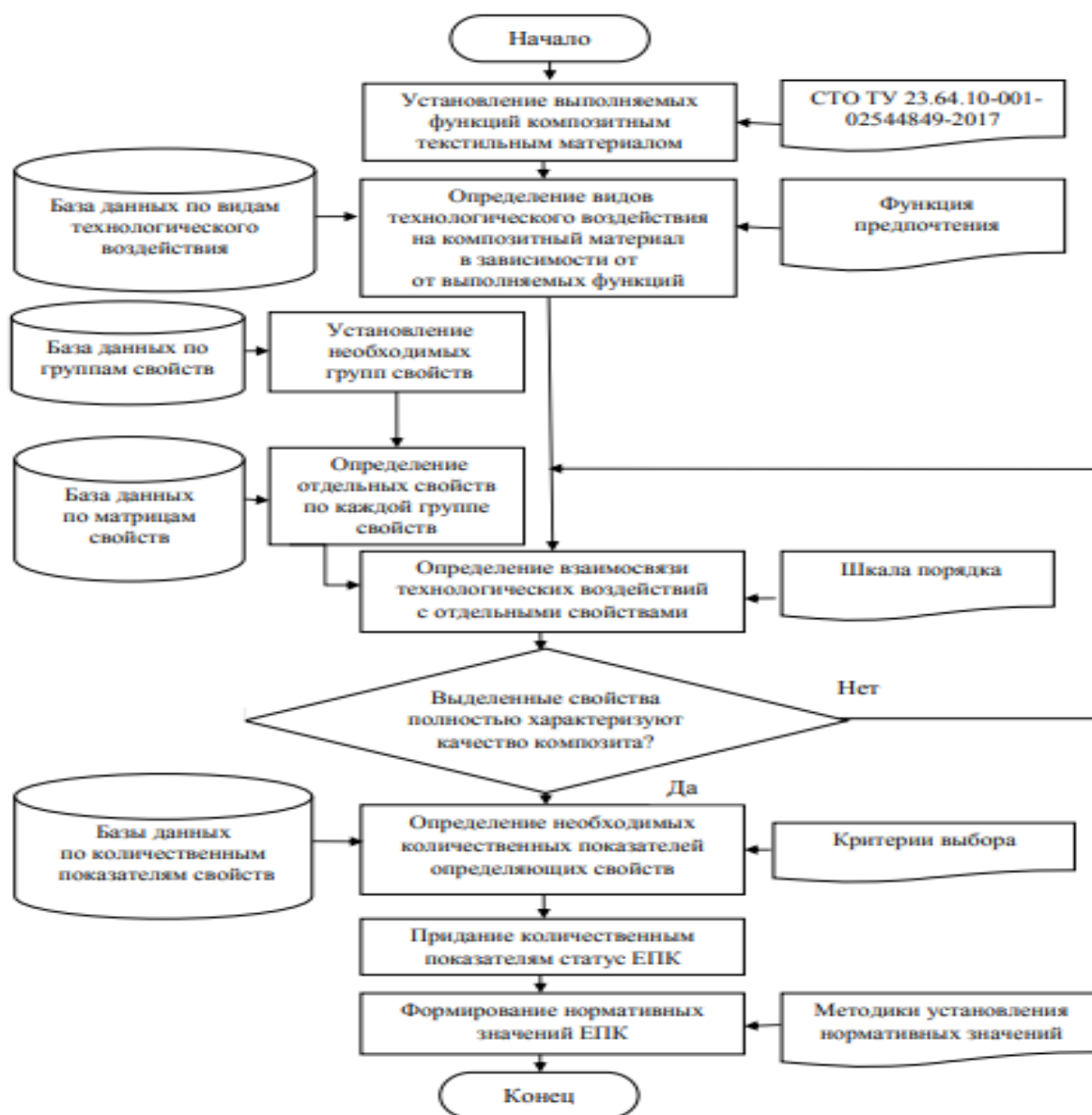


Рис.1. Блок-схема алгоритма проектирования качества композитного геотекстильного материала

Выделенные свойства композитного геотекстильного материала в зависимости от вида на него технологического воздействия приведены в табл. 1.

Таблица 1

Свойства эксплуатационной надёжности  
композитного геотекстильного материала

Вид технологического воздействия	Свойства эксплуатационной надёжности				
	Прочность при растяжении в сухом состоянии	Прочность на изгиб В сухом состоянии	Прочность на изгиб В насыщенном водой состоянии	Жёсткость в сухом состоянии	Усилие при продавливании
Усилие на растяжение	9	9	1	9	5
Усилие на изгиб	1	9	9	9	1
Усилие на продавливание	5	5	5	5	5
Воздействие влаги	5	5	5	9	5
Изменение температуры	5	1	1	1	1
Влияние агрессивных сред	5	5	5	5	5
Воздействие дневного света	1	1	1	1	1
<b>Весомость</b> (в абсолютных единицах)	<b>31</b>	<b>35</b>	<b>27</b>	<b>39</b>	<b>23</b>
<b>Весомость</b> (в относительных единицах)	<b>0,20</b>	<b>0,23</b>	<b>0,17</b>	<b>0,25</b>	<b>0,15</b>

Выделенные свойства и их количественные характеристики композитного текстильного изделия по группам назначения и стойкости к внешним воздействиям приведены в табл. 2.

Таблица 2

Количественные характеристики проектируемых свойств

Свойство	Количественные характеристики свойств и их единица измерения
<i>Группа свойств «Назначения»</i>	
Волокнистый состав	Полиэфирные волокна для нетканого материала Полиэфирные нити для трикотажного полотна
Толщина	Номинальная толщина композитного полотна, мм
Ширина	Ширина композитного полотна в рулоне, см
Плотность	Линейная плотность волокна, мктекс Линейная плотность нити, текс Поверхностная плотность нетканого полотна, г/м <sup>2</sup> Поверхностная плотность трикотажного полотна, г/м <sup>2</sup> Объёмная плотность композитного полотна, г/м <sup>3</sup>

<i>Группа свойств «Стойкость к внешним воздействиям»</i>	
Водопроницаемость	Показатель водопроницаемости, $\text{дм}^3/(\text{м}^2 \text{ с})$
Водонасыщенность	Количество влаги в композитном волокне, г
Морозостойкость	Показатель морозостойкости, %
Устойчивость к циклическим нагрузкам	Показатель устойчивости к циклическим нагрузкам, %

Отдельной решаемой научной проблемой являлась задача установления нормативных значений показателей качества для конкурентоспособных текстильных материалов, входящих в композитное текстильное изделие. В соответствии с требованиями ГОСТ Р 56564-2015 для формирования гипотетического образца, обладающего свойствами конкурентоспособного изделия, сравнение с которым и дает основание относить произведённую продукцию к категории повышенного качества, рекомендуется осуществлять на основе анализа уровня качества однотипной продукции ведущих производителей. Данное исследование и полученные результаты приведены отдельно в работе [3].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Гусев Б.Н., Матрохин А.Ю. Текстильное материаловедение перед технологическим рывком // Известия вузов. Технология текстильной промышленности, - 2016, №1. – С. 42-47.
2. ГОСТ Р ИСО 10006-2005. Системы менеджмента качества. Руководство по менеджменту качества при проектировании. - М.: Стандартинформ, 2007. – 28 с.
3. Пухова Е.И., Лысова М.А., Грузинцева М.А., Гусев Б.Н. Определение базовых значений показателей качества конкурентоспособной геотекстильной продукции // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. - 2022.- №3. - С. 287 – 290.

## СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЦЕЛЛЮЛОЗНЫХ МАТЕРИАЛОВ

### SPECTROPHOTOMETRIC STUDY CELLULOSE MATERIALS

М.В. Раскачнова, М.Н. Ионкина, О.В. Козлова  
Raskachnova M.V., M.N. Ionkina, O.V. Kozlova

Ивановский государственный химико-технологический университет  
Ivanovo State University of Chemical Technology  
E-mail: margarita133111@gmail.com, mericyllors@gmail.com, ovk-56@mail.ru

**Работа посвящена разработке методического подхода к исследованиям структурных изменений целлюлозных текстильных материалов в процессе различных вариантов их подготовки. Использован спектрофотометрический метод анализа, который является удобным инструментом для установления характеристик строения и свойств целлюлозного волокна. При сравнении спектральных характеристик были выявлены характерные пики, свидетельствующие о структурных различиях целлюлозы, подготовленной к окраске различными способами, и собрана база данных для использования в экспертной оценке целлюлозосодержащих текстильных материалов и трикотажных полотен.**

**Ключевые слова:** целлюлозные материалы; ИК-спектроскопия; характерные пики; варианты предварительной обработки ткани.

**The work is devoted to the development of a methodological approach to the study of structural changes in cellulose textile materials in the process of various options for their preparation. The spectrophotometric method of analysis is used, which is a convenient tool for determining the characteristics of the structure and properties of cellulose fiber. When comparing the spectral characteristics, characteristic peaks were identified, which indicate structural differences in cellulose prepared for coloring in various ways, and a database was collected for use in expert evaluation of cellulose-containing textile materials and knitted fabrics.**

**Key words:** cellulosic materials; IR spectroscopy; characteristic peaks; fabric pretreatment options.

Экспертная оценка текстильных материалов, прежде всего, начинается с определения волокнистого состава ткани. Существуют стандартные подходы к решению этих задач, которые регламентированы нормативными документами – ГОСТами на методы исследований. Наиболее часто используются химические методы идентификации волокон. Однако бывают случаи, когда необходимо быстро и надежно проверить качественный состав волокнистых материалов. В этом случае ИК–спектроскопия является уникальным инструментом для установления фундаментальных характеристик строения и свойств молекулярных соединений, определяемой их природой и системой внутри– и межмолекулярных взаимодействий [1].

Одним из больших преимуществ инфракрасного обследования является то, что полученный спектр определяется, главным образом, по химическому составу волокна и, в общем, является менее зависимым от физического строения, изменчивость которого может повлиять на результаты, полученные при окрашивании, определении растворимости и других физических методов, используемых для идентификации волокон. А там, где имеется ограниченное количество пробы (например, криминалистические цели), ИК-спектроскопия является самым незаменимым анализом [2].

ИК-спектры поглощения измеряются либо с помощью дисперсионного двулучевого (дифракционного) спектрофотометра или спектрофотометров с преобразованием Фурье, регистрирующих цифровую интерферограмму, которая последовательно преобразуется компьютером в узнаваемый ИК-спектр.



Целью настоящей работы явилось спектроскопическое исследование структурных особенностей целлюлозных текстильных материалов, полученных как из природного хлопкового волокна, так и из волокон регенерированной древесной целлюлозы (вискозы). Также в задачи исследований входило сравнение спектральных характеристик хлопчатобумажной ткани, подготовленной под крашение и печать по непрерывной и периодической схемам технологического процесса, а, следовательно, при использовании совершенно разного оборудования и реагентов. При этом получены спектры, как суровой ткани, так и подготовленных – отваренных и отбеленных.

Спектральный анализ образцов проводился путем исследования проб на отражение, поглощение (в сформированных с КВг таблеток), поглощение диоксановых экстрактов, выделенных из различных тканей.

Полученные данные явились базой для дальнейших изучений, они систематизированы по характеристическим пикам целлюлозы различной природы (табл.1).

Таблица 1

Результаты спектрального анализа образцов

Функциональные группы	Отбелённая Х/Б ткань	Суровая Х/Б ткань	Хлопок из коробочки	Вата хлопковая	Вискоза
внеплоскостные деформационные колебания ОН- групп	660,79	666,76	666,76	660,79	651,83
асимметричное колебание кольца в противофазе [23] и колебание атома С1 и четырех окружающих его атомов в спектрах β-гликозидных структур	899,79	896,73	893,74	902,70	896,73
валентные колебания кольцевых структур С–О вал., С–С, внешние деформационные колебания групп СН <sub>2</sub> , СОН, ССО, ССН валентные колебания ОН-					1018,59
	1025,24	1025,41	1024,80	1026,47	
			1049,05		
		1058,01			
	1105,27		1099,82	1104,33	
	1156,80	1153,58	1159,55	1156,89	1159,55
		1204,35	1198,38		
Деформационные колебания С–Н	1316,57	1315,05	1314,73	1314,66	
Деформационные колебания С–Н связи				1374,59	1367,64
Деформационные колебания О–Н групп	1422,38	1425,36	1422,38	1422,38	
различные колебания С–Н-, С–О- и О–Н-связей, колебания гликозидной связи и глюкопиранозного кольца целлюлозы.	1514,96	1508,99			
Деформационные колебания ОН-групп	1655,33	1646,37	1613,52	1619,49	1649,36
		1747,92			1744,93
валентные колебания С–Н групп в метиленовых группах целлюлозы	2896,34	2900,99			
меж- и внутримолекулярные водородные связи, валентные колебания ОН-,			2915,46	2915,99	2923,25
	3331,20	3332,37	3334,54	3331,23	3332,62

Для хлопковой целлюлозы практически всех вариантов подготовки общими явились пики соответствующие: меж- и внутримолекулярным водородным связям (в области 3300-3350  $\text{см}^{-1}$ ), валентным колебаниям С–Н – связей в метиленовых и метиновых группах целлюлозы (в области 3000–2800  $\text{см}^{-1}$ ), деформационным колебаниям ОН групп воды, присутствующей во всех образцах (1620-1655  $\text{см}^{-1}$ ), деформационные колебания С–Н связи (ок.1370  $\text{см}^{-1}$ ).

Подтвердились данные авторов [1] и в области частот 800-1200  $\text{см}^{-1}$ , где проявляются валентные колебания С–О, С–С, кольцевых структур, внешние деформационные колебания групп  $\text{CH}_2$ ,  $\text{COH}$ ,  $\text{CCO}$ ,  $\text{CCN}$ . Полоса валентных колебаний, соответствующая  $\sim 900 \text{ см}^{-1}$  в спектре исходной целлюлозы, характеризует асимметричное колебание кольца в противофазе и колебание атома С1 и четырех окружающих его атомов в спектрах  $\beta$ -гликозидных структур.

Как можно видеть из данных таблицы целлюлоза, регенерированная в отличие от целлюлозы хлопковой, имеет ряд специфических пиков: 1018,59; 1252,14; и совсем не проявляется в области 1160-1027  $\text{см}^{-1}$ .

В настоящее время работы продолжаютя в более глубоком осмыслении полученных различий в спектральных характеристиках образцов целлюлозы хлопковой и регенерированной. Необходимость таких исследований связана с тем, что на российских текстильных предприятиях при подготовке под крашение или печать тканей из зарубежного сырья, которое не всегда соответствует хлопковой целлюлозе, требуются технологии, отличные от классических.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Шипина, О.Т. ИК-спектроскопические исследования целлюлозы из травянистых растений / О.Т. Шипина, М.Р. Гараева, А.А. Александров // Вестник Казанского технологического университета. 2009. №6. С.148-152.
2. ГОСТ Р 56561-2015/ISO/TR 11827:2012. Материалы текстильные. Определение состава. Идентификация волокон: национальный стандарт Российской Федерации: дата введения 2016-09-01/ разработан Техническим комитетом по стандартизации ТК 412 "Текстиль", Открытым акционерным обществом "ВНИИС».

## РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ОДИНОЧНОЙ И КРУЧЕНОЙ ХЛОПКОЛЬНЯНОЙ ПРЯЖИ

### DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY FOR THE PRODUCTION OF SINGLE AND TWISTED COTTON YARN

С.А. Родионов, И.Г. Хосровян, А.Г. Хосровян, А.А. Жукова, Г.А. Хосровян  
S. A. Rodionov, I.G. Khosrovyan, A.G. Khosrovyan, A.A. Zhukova, G.A. Khosrovyan

Ивановский государственный политехнический университет  
Ivanovo State Politechnical University  
E-mail: askarm@mail.ru, khosrovyan\_haik@mail.ru

В статье рассматривается возможность получения хлопкольнай пряжи пневмомеханическим способом прядения с использованием разработанных технологий и оборудования. Приводится разработанный технологический процесс получения хлопкольнай крученой пряжи. Дана характеристика полученной хлопкольнай пряжи и представлены варианты ее использования.

**Ключевые слова:** хлопкольнай пряжа, узел дискретизации, очистка, обеспыливание, потери крутки, крученая пряжа.

The article considers the possibility of obtaining cotton yarn by pneumomechanical spinning using the developed technologies and equipment. The developed technological process of obtaining cotton twisted yarn is given. The characteristic of the received cotton yarn is given and the variants of its use are presented.

**The article Keywords:** cotton yarn, sampling unit, cleaning, dedusting, loss of twist, twisted yarn.

В последние годы изделия и ткани из льна пользуются особым спросом. Льняные ткани имеют различное исполнение. Они могут иметь вид грубой «холстины», рыхлой, тяжелой «рогожки», а также могут быть сверхлегкими полупрозрачными тканями, приближающимися по внешнему виду к хлопку и шелку.

На наш взгляд особое место занимают полученные из хлопкольнай пряжи ткани, предназначенные для изготовления рабочей одежды, изделий костюмной группы, а также ткани для изготовления постельного белья, портьер и изделий специального назначения.

Как известно, для производства пряжи, в последующем ткани и трикотажа используются длинные льняные волокна.

При использовании коротких льняных волокон (отходов) для получения смесовой (хлопкольнай) пряжи возникают различные проблемы, связанные с подготовкой и получением хлопкольнай пряжи пневмомеханическим или кольцевым способом прядения. Наибольшие проблемы возникают не столько на этапе получения полуфабриката, сколько на этапе получения пряжи на кольцепрядильных и пневмомеханических прядильных машинах.

На кольцепрядильных машинах комплексы льняных волокон и костра, содержащиеся в мычке, выходящей из вытяжного прибора, являются причиной обрывности пряжи в зоне бегунка. Толстые, жесткие на изгиб и кручение волокна льна при кольцевом способе прядения плохо запрядаются в тело пряжи и увеличивают её ворсистость, что может вызывать кожные аллергические реакции.

Хлопкольнай пряжа, двигаясь от вытяжного прибора до места формирования початка, испытывает натяжение разной величины. Известно, что максимальное натяжение хлопкольнай пряжи испытывает между бегунком и початком. Несмотря на то, что в точке соприкосновения хлопкольнай пряжи с початком натяжение больше, чем в точке соприкосновения с бегунком, в основном обрывность возникает при соприкосновении с бегунком.

Производственные исследования показали, что причиной обрывности является наличие в хлопкольнай пряже сорных примесей и костры. Поэтому производство хлопкольнай пряжи кольцевым способом прядения при использовании существующего оборудования на этапах подготовки полуфабриката и получения хлопкольнай пряжи нецелесообразно.

На наш взгляд, не смотря на большую обрывность на пневмомеханических прядильных машинах, целесообразным является использование пневмомеханического способа получения хлопкольнай пряжи при условии модернизации узла дискретизации, обеспечивающей дополнительную очистку и обеспыливание.

Как известно современные разработки пневмомеханических прядильных машин основаны на новых подходах к процессам формирования, транспортировки и наматывания, и связаны с изменениями конструкции роторов и их вращения, а также с обеспечением транспортировки пряжи и наматывания при больших скоростях. Однако узел дискретизации остался неизменным как по конструкции, так и по скоростным параметрам.

Для обеспечения получения хлопкольнай пряжи на пневмомеханических прядильных машинах были разработаны узлы дискретизации. Особенностью разработанных узлов дискретизации является интенсификация процесса удаления сорных примесей, целенаправленный отсос сорных примесей из зоны дискретизации, особенно микропыли, улучшение внешнего вида и физико-механических показателей пряжи [1-5].

Выполнены теоретические исследования процесса улавливания сорных частиц при дискретизации полуфабриката в разработанном узле.

В теоретических исследованиях процессов очистки полуфабрикатов от сорных примесей при обработке их дискретизирующим барабанчиком, были определены глубина проникновения сорной частицы в межвитковое пространство, а также время, проходящее от момента взаимодействия с зубом гарнитуры до столкновения сорной частицы с дискретизирующим барабанчиком. Установлено, что сорная частица в результате удара приобретает скорость, направленную под углом к касательной к окружности дискретизирующего барабанчика в точке их взаимодействия.

Результаты теоретических исследований позволили определить пути совершенствования узла дискретизации с целью снижения обрывности и повышения эффективности процесса очистки на пневмомеханических прядильных машинах. Совершенствование узла дискретизации обеспечивает возможность использования пневмомеханической прядильной машины для получения хлопкольнай пряжи.

В процессе формирования пряжи происходит потеря крутки на фрикционной поверхности воронки.

Проведенные нами теоретические исследования показали, что при производстве хлопкольнай пряжи линейной плотности от 21 текс до 62 текс с содержанием льноволокна 25-30% при частоте вращения камер 70000 - 80000 мин<sup>1</sup> потери крутки составляют 10-15%.

Крутка пряжи на входе на поверхность воронки зависит от расположения точки входа нити на поверхность воронки. Полученная аналитическая зависимость для определения крутки пряжи и потерь крутки в точке входа ее на поверхность воронки пряжевыводного устройства пневмомеханических прядильных машин в течение периода вращения прядильного ротора явилась основой для составления программы вычисления потери крутки на поверхности пряжевыводной воронки в зависимости от линейной плотности пряжи, частоты вращения прядильного ротора, скорости выпуска пряжи и параметров пряжевыводной воронки.

Программа позволяет получить как точные значения потерь крутки при определенных углах охвата, так и полную картину процесса потерь крутки в виде графика. Также программа демонстрирует полную картину потерь крутки, причем максимальное значение приходится на угол  $\varphi_{\text{охв}} = \pi/2$ , при котором угол обхвата поверхности пряжевыводной воронки пряжей максимален.

Разработанная нами технология получения хлопкольнай пряди представляет особый интерес для производителей так в случае получения одиночной пряди, так и использование разработанной технологии и в случае получения крученой хлопкольнай пряди. Разработанная технология получения крученой хлопкольнай пряди позволит значительно расширить ассортимент выпускаемых тканей и трикотажа.

Особенностью разработанного технологического процесса получения хлопкольнай крученой пряди является то, что на этапе подготовки полуфабриката с содержанием льняных волокон использовались разработанные нами технологии и оборудование, обеспечивающие получение хлопкольнай ленты определенной линейной плотности, полученной со второго перехода ленточных машин. Данная лента направлялась затем к ровничной машине для получения хлопкольнай ровницы, которая поступала на прядильно-крутильную машину ПК-100М, где из хлопкольнай ровницы получали одну из стренг. Состав ровницы: 50% хлопка и 50% льна [6].

В качестве второй стренги использовали хлопчатобумажную пряду линейной плотности 21 текс.

Таким образом, получили хлопкольнаю крученую пряду линейной плотности  $21 \times 2$  текс. Состав хлопкольнай крученой пряди: 25% льна и 75% хлопка.

Ввиду того, что процентное содержание льна в ровнице варьировалось от 40 до 70%, то происходило изменение содержания льна в хлопкольнай крученой пряде. Также варьировалась линейная плотность ленты, ровницы, а также получаемой на прядильно-крутильной машине ПК-100М стренги и хлопчатобумажной пряди.

Полученная хлопкольная крученая прядь была использована в качестве основы и утка при производстве ткани для рабочей одежды.

Кроме того, полученная хлопкольная крученая прядь использовалась при производстве ткани костюмной, полотна простынного, ткани портьерной. Также полученная хлопкольная крученая прядь использовалась в качестве утка при изготовлении парусины.

*Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ и Департамента экономического развития и торговли Ивановской обл., проект № 20-43-370010.*

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Пат. 2128737 Российская Федерация. Узел дискретизации пневмомеханической прядильной машины / Г.А. Хосровян, А.В. Аветисян, А.Г. Хосровян. – Оpubл. 04.10.1999 г.
2. Пат. 2220236 РФ Устройство для роторного пневмомеханического прядения / А.В. Саврасов, А.Г. Хосровян, Я.М. Красик, Г.А. Хосровян. от 02.09.2003г. – Оpubл. 27.12.2003г.
3. Пат. 2220237 Российская Федерация. Способ дискретизации волокнистого материала и устройство для его осуществления / А.В. Саврасов, А.Г. Хосровян, Я.М. Красик, Г.А. Хосровян. – Оpubл. 02.09.2003г.
4. Пат. № 111141 Российская Федерация. Устройство для определения крутки пряди в роторе пневмомеханической прядильной машины / Красик Т.Я., Хосровян Г.А., Хосровян И.Г. – Оpubл. 10.12.2011.
5. Пат. 119344 Российская Федерация. Дискретизирующее устройство пневмомеханической прядильной машины / Красик Т.Я., Хосровян Г.А., Хосровян И.Г. – Оpubл. 20.08.2012.
6. Родионов С.А. Инновационные разработки теории и технологии производства одиночной и крученой пряди 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.

## **МОДЕРНИЗАЦИЯ УЗЛА ПЕРЕДАЧИ ПОПЕРЕЧНОГО ХОДА ИГЛОВОДИТЕЛЯ НА БЫТОВОЙ ШВЕЙНОЙ МАШИНЕ BROTHTER PS-33**

### **MODERNIZATION OF THE TRANSMISSION UNIT OF THE TRANSVERSE STROKE OF THE NEEDLE GUIDE ON THE BROTHTER PS-33 HOUSEHOLD SEWING MACHINE**

В.Е. Романов, Е.А. Топорова  
V.E. Romanov, E.A. Toporova

Ивановский государственный политехнический университет  
Ivanovo State Polytechnic University  
E-mail: vitaliy.romanov.29@mail.ru, evatopor@mail.ru

**Рассмотрен вопрос изменения конструкции узла передачи поперечного хода игловодителя на бытовой швейной машине Brother PS-33. Описаны особенности процесса смазывания узлов на бытовых швейных машинах.**

**Рассмотрено устройство узла передачи поперечного хода игловодителя в первоначальном виде и выявлен его основной конструктивный недостаток. Предложена модернизация данного узла с подробным описанием конструкции после модернизации и результатами прочностных расчётов. Предложен способ производства модернизированной детали данного узла.**

**Ключевые слова:** узел передачи поперечного хода игловодителя на бытовой швейной машине Brother PS-33, швейная машина, регулировочный кулачок, направляющая, модернизация, полиамид, 3-d модель.

**The issue of changing the design of the transmission unit of the transverse stroke of the needler on the Brother PS-33 household sewing machine is considered. The features of the lubrication process of knots on household sewing machines are described. The device of the transmission unit of the transverse stroke of the needle guide in its original form is considered and its main design flaw is revealed. The modernization of this node is proposed with a detailed description of the structure after modernization and the results of strength calculations. A method of manufacturing a modernized part of this node is proposed.**

**Keywords:** needle guide cross-stroke transmission unit on the Brother PS-33 household sewing machine, sewing machine, adjusting cam, guide, modernization, polyamide, 3-d model.

В процессе эксплуатации швейных машин, как и любого технологического оборудования, возникает проблема износа поверхностей деталей передаточных механизмов. Особенно актуальна данная проблема для бытовых швейных машин, поскольку на них не существует централизованной системы подачи смазочного материала. Для большинства таких машин процесс смазывания и чистки узлов передаточных механизмов происходит посредством устранения продуктов окисления и закладывания новой консистентной смазки в сервисных центрах при снятии корпуса машины. Смазочный материал, как правило, закладывается с периодичностью 1 раз в несколько лет, что является одним из условий правильного технического обслуживания бытовой машины [1]. Однако, несоблюдение условий технического обслуживания может привести к преждевременному износу деталей передаточных механизмов внутри корпуса швейной машины.

Узел регулировки ширины стежка на бытовой швейной машине Brothter PS-33 включает в себя направляющую, по которой перемещается ролик, взаимодействующий с толкателем, связанным с механическим программатором машины. Накопление продуктов износа и окисления смазочного материала, привело к износу направляющей ролика, в результате чего ролик перестал перемещаться вдоль направляющей, взаимодействовать с толкателем и в конечном итоге, возник отказ поперечного отклонения игловодителя.

На рис. 1 изображён узел передачи поперечного отклонения игловодителя (регулировки ширины стежка) бытовой швейной машины Brothter PS-33.

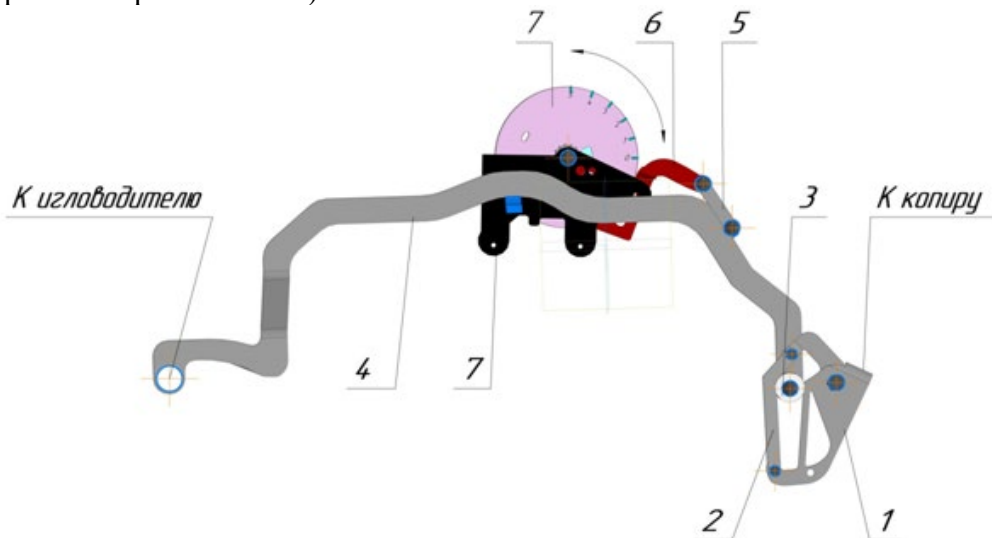


Рис.1. Кинематическая схема узла передачи поперечного хода игловодителя на бытовой швейной машине Brothter PS-33:

1- толкатель; 2 – направляющая; 3-ролик; 4 – рамка игловодителя; 5 – рычаг; 6 – зубчатый сектор; 7 – регулировочный диск

Узел передачи поперечного хода игловодителя на бытовой швейной машине Brothter PS-33 необходим для отклонения игловодителя перпендикулярно образуемой строчке (по ширине). При этом взаимодействие толкателя 1 с механическим программатором (копиром) обеспечивает выполнение машиной 15 видов различных строчек.

Механизм выполняет свои функции следующим образом.

Движение рамке игловодителя 4 передаётся от руки оператора через регулятор ширины стежка (регулирующий диск) 7, на котором нанесены деления в миллиметрах, соответствующие величине ширины стежка.

При положении регулятора, соответствующим нулевому значению ширины стежка, рамка игловодителя 4 вместе с роликом 3, движущимся вдоль направляющей 2, расположенной под углом к профилю толкателя 1, находится в своём крайнем нижнем положении. Толкатель, при этом, не воздействует на ролик.

При повороте регулятора ширины стежка 7 в сторону увеличения значений шкалы, движение через зубчатый сектор 6 и рычаг 5 движение передается рамке игловодителя 4 и ролику 3, который поднимается вдоль направляющей и начинает взаимодействовать профилем толкателя 1, передающим движение от вращающегося копира. Рамка 4 в свою очередь, отклоняет стержень игловодителя на определённую величину. В крайнем верхнем положении рамки 4 и ролика 3, взаимодействие ролика и профиля толкателя 1 - максимально, что обеспечивает ширину стежка 5 мм.

Решением проблемы возможного отказа поперечного отклонения игловодителя, может являться модернизация узла передачи поперечного хода игловодителя, в частности, замена ролика и направляющей ролика на кулачок, профиль которого взаимодействовал бы с толкателем. При этом, поворот кулачка производится непосредственно без участия рычагов и тяг, как предусмотрено системой «ролик – направляющая». Установка положения кулачка, соответствующая ширине стежка, производится при помощи шлица, выходящего в отверстие корпуса машины. На корпусе предполагается начилие угловой шкалы.

На рис. 2 изображён модернизированный вариант узла передачи поперечного хода игловодителя бытовой швейной машине Brothter PS-33.





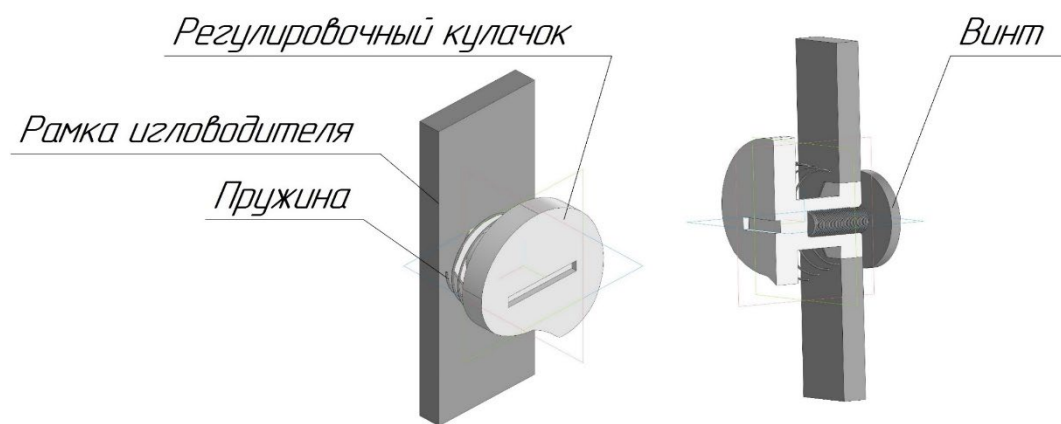


Рис.3. 3D модель модернизированного варианта конструкции узла передачи поперечного хода игловодителя бытовой швейной машине Brothter PS-33

В ходе выполненной работы было сделано следующее:

- разработаны эскизы деталей узла;
  - построены 3D модели и выполнены чертежи деталей узла в заводском варианте;
  - сконструирован модернизированный вариант узла;
  - построены 3D модели и выполнены чертежи деталей узла в модернизированном варианте;
  - построены 3D модели и выполнена кинематическая схема и чертеж узла в сборе соответственно в заводском и модернизированном вариантах;
  - выполнен кинематический расчёт узла в модернизированном варианте;
  - выполнен динамический расчёт узла в первоначальном и модернизированном вариантах;
  - выполнены расчёты контактных напряжений в зонах «толкатель - регулировочный кулачок» в модернизированном ( $\sigma_k = 123$  МПа) и заводском ( $\sigma_k = 453$  МПа) вариантах;
  - произведён расчёт и выполнен сборочный чертёж литейной формы для получения кулачков регулировки на термопластавтомате GP-MINI-8-I;
  - произведён расчёт экономических показателей производства деталей «регулировочный кулачок»;
  - рассмотрен вопрос безопасности работы на бытовой швейной машине Brother PS-33.
- Особенности конструкции и расчёты показали целесообразность модернизации узла регулировки ширины стежка швейной машины Brother PS-33, входящего в состав механизма передачи движения игловодителю.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Бытовая швейная машина Brothter PS-33. Руководство пользователя. 55 с. - 1997 г.

## АНАЛИЗ МАРКИРОВКИ МУЖСКОГО СПОРТИВНОГО БЕЛЬЕВОГО ТРИКОТАЖА ANALYSIS OF THE LABELING OF MEN'S SPORTS UNDERWEAR KNITWEAR

А.Ю. Рослякова, Е.Н. Власова  
A.YU. Roslyakova, E.N. Vlasova

Ивановский государственный политехнический университет  
Ivanovo state Polytechnic University  
E-mail: nastyaros1107@mail.ru, vlasovaen-ivanovo@mail.ru

В работе приведен алгоритм оценки полноты маркировки трикотажных бельевых изделий, проанализированы требования к содержанию и расположению обязательных сведений. Представлены результаты проверки полноты маркировки образцов, отобранных в крупном торговом предприятии. Результаты экспертизы позволили установить, что по полноте маркировки все образцы не соответствуют требованиям стандарта.

**Ключевые слова:** бельевой трикотаж, спортивные фуфайки, маркировка.

The paper presents an algorithm for assessing the completeness of the labeling of knitted underwear, analyzes the requirements for the content and location of mandatory information. The results of checking the completeness of labeling of samples taken in a large trading enterprise are presented. The results of the examination made it possible to establish that, in terms of the completeness of the marking, all samples do not meet the requirements of the standard.

**Key words:** Linen knitwear, sports jerseys, marking.

Актуальность темы заключается в том, что ассортимент трикотажных изделий имеет наибольший удельный вес на рынке одежды. Трикотажные изделия делятся на две большие группы: верхние трикотажные изделия и трикотажные изделия бельевого назначения. Трикотажные изделия бельевого назначения имеют прямой контакт с телом человека, поэтому производимые изделия должны отвечать всем нормативным требованиям безопасности, о чем потребители должны узнать из маркировки. Отсутствие полной и правдивой информации на трикотажном изделии не позволит покупателю сделать осознанный выбор.

Объектом исследования выбраны три изделия бельевой группы, а именно, мужские спортивные фуфайки, реализуемые магазином «Спортмастер» г. Иваново (табл. 1).

Таблица 1

Товароведная характеристика образцов

Наименование образца по маркировке, название, цвет	Размер	Состав, %	Цена, руб.
Футболка мужская, Demix, темно-синий	46	100 % хлопок	499
Футболка для бега мужская, Demix, серый	46	100% полиэстер	799
Футболка для тренинга мужская, Demix, желтый	50	87% полиэстер, 13% эластан	1499

Готовые изделия должны быть маркированы в соответствии с требованиями ГОСТ 3897-2015 [1]. Маркировка выполняется прикреплением товарного ярлыка из картона или плотной бумаги. Сорт изделия определяется в зависимости от наличия дефектов внешнего вида, посадки изделия на фигуре, наличия либо отсутствия производственно-швейных дефектов, а также дефектов внешнего вида материалов. После определения сорта на обратной стороне ярлыка ставят клеймо предприятия-изготовителя с указанием номера контролера и сорта изделия.

В табл. 2 представлена экспертиза полноты маркировки образцов.

Таблица 2

## Проверка соответствия полноты маркировки образцов требованиям ГОСТ 3897-2015

Наименование элемента маркировки	Проверяемое изделие			Вывод
	№ 1	№ 2	№ 3	
Лента				
товарный знак	присутствует в виде логотипа в маркировке			Соответствует ГОСТ 3897-2015, п. 3.2
сырьевой состав	100% хлопок	100% полиэстер	87% полиэстер, 13% эластан	
Место крепления ленты	Сбоку в нижнем шве с изнаночной стороны в развернутом виде			Соответствует ГОСТ 3897-2015, п. 3.2.1
символы по уходу	5 символов			Соответствует ГОСТ 3897-2015, п. 3.2.2
Товарный ярлык				
Наименование изделия и его принадлежность	Футболка мужская	Футболка для бега мужская	Футболка для тренинга мужская	Не соответствует ГОСТ 3897-2015, п. 3.4 (неверно указан вид изделия)
Наименование изготовителя, его местонахождение (почтовый адрес), юридический адрес, включая наименование страны-изготовителя, другие реквизиты для связи с изготовителем, товарный знак (при наличии)	СП ООО «UZTEX Group», 111711, Узбекистан, Ташкентская область, г. Чирчик, поселок Юмалок, улица В. Кодирова, дом 207, Demix	ТАЙ СОН С. П. КО., ЛТД 153 УНГ Ван Ким, Вард 25, Бин Тан Дист, Хошимин, Вьетнам, Demix		Соответствует ГОСТ 3897-2015, п.3.3
Артикул и/или модель изделия	110197-Z4/ 2300I H3FI4	110801-91/ GOZDYRN HOZ	10679-61/ HK18C9P0C4	Соответствует ГОСТ 3897-2015, п.3.3
Размеры	46	46	50	Соответствует ГОСТ 3897-2015, п.3.3
дата изготовления (год)	02.2021	02.2021	02.2021	
Обозначение НД, в соответствии с которым изготовлено изделие	ТР ТС 017/2011	ТР ТС 017/2011	-	Не соответствует ГОСТ 3897-2015, п.3.3, т.к. не указан ГОСТ 31408-2009
Сведения о подтверждении соответствия	-	-	-	Не соответствует ГОСТ 3897-2015, п.3.3

Наименование элемента маркировки	Проверяемое изделие			Вывод
	Имеется	Имеется	Имеется	
Штриховой идентификационный код				Соответствует ГОСТ 3897-2015, п. 3.3

Установлено, что на маркировке изделий присутствует наименование и местоположение предприятия - изготовителя, наименование изделия (хотя и неверно) и размер, артикул, товарный знак. У всех образцов указан технический регламент ТР ТС 017/2011 [2], но отсутствует обозначение ГОСТ 31408-2009 [3], в соответствии с требованиями которого изготовлены фуфайки. ИНН отсутствует у всех образцов.

В табл. 3 представлена экспертиза полноты данных упаковочных ярлыков.

Таблица 3

## Проверка соответствия упаковочных ярлыков требованиям ГОСТ 3897-2015

Наименование элемента маркировки	Образцы			Вывод
	№ 1	№ 2	№ 3	
Наименование изделия и его принадлежность	Футболка мужская	Футболка для бега мужская	Футболка для тренинга мужская	Не соответствует ГОСТ 3897-2015, п. 3.4 (неверно указан вид изделия)
Артикул и/или модель изделия	110197-Z4/ 2300IN3F14	110801-91/ GOZDYRN HOZ	10679-61/ HK18C9P0C4	Соответствует ГОСТ 3897-2015, п. 3.4
Размеры	46	46	50	
Дата изготовления (год)	2021	2021	2021	
Обозначение НД, в соответствии с которым изготовлено изделие	-	-	-	Не соответствует ГОСТ 3897-2015, п. 3.4
Штриховой идентификационный код	Имеется	Имеется	Имеется	Соответствует ГОСТ 3897-2015, п. 3.4
Количество изделий	1	1	1	
цвет	Z4	91	61	
Номер упаковщика	3131	3131	408	

По данным табл. 3 можно сделать вывод, что у всех образцов на упаковочном ярлыке также отсутствует обозначение ГОСТ 31408-2009 [3].

Таким образом, в данной работе приведен алгоритм оценки полноты маркировки трикотажных бельевых изделий, проанализированы требования к содержанию и расположению обязательных сведений. Представлены результаты проверки полноты маркировки образцов, отобранных в крупном торговом предприятии. Результаты экспертизы позволили установить, что по полноте маркировки все образцы не соответствуют требованиям ГОСТ 3897 – 2015, так как неправильно указан вид изделия – футболка (должна быть фуфайка), не указан стандарт, по которому изготовлены изделия, отсутствуют сведения о подтверждении соответствия. Трикотажные изделия выпущены за рубежом, по заказу торговой компании Demix, которой рекомендуется устранить выявленные несоответствия. Маркировка несет важную функцию по информированию покупателей, созданию

потребительских предпочтений и способствует формированию положительного имиджа бренда изделия и магазина в целом.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 3897-2015 Изделия трикотажные. Маркировка, упаковка, транспортирование и хранение.
2. ТР ТС 017/2011 Технический регламент Таможенного союза "О безопасности продукции легкой промышленности".
3. ГОСТ 31408-2009 Изделия трикотажные бельевые для мужчин и мальчиков. Общие технические условия.

## СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ПРОЕКТИРОВАНИЮ ХУДОЖЕСТВЕННЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ ПОЛОТЕН

### MODERN APPROACHES TO THE DESIGN OF ARTISTIC TEXTILE FABRICS

В.В. Рыжкова<sup>1</sup>, О.В. Иванова<sup>2</sup>  
V.V. Ryzhkova<sup>1</sup>, O.V. Ivanova<sup>2</sup>

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

<sup>2</sup> Костромской государственной университет

<sup>1</sup>The Kosygin State University of Russia (Moscow)

<sup>2</sup>Kostroma State University

E-mail: vika141@mail.ru, olgavladivanov@yandex.ru

Рассмотрены основные методы современного проектирования текстильных полотен и изделий из них. Представлено современное программное обеспечение для решения задач нового типа. Показаны особенности программ и развитие информационных систем. Инновации в данной области дают возможность осуществить осознанный выбор способа получения объемно-пространственной формы и дизайнерского оформления полотен.

**Ключевые слова:** методы, проектирование, 3D-технологии, инновации, моделирование.

The main methods of modern design of textile fabrics and products from them are considered. Modern software for solving new types of problems is presented. The features of programs and the development of information systems are shown. Innovations in this field make it possible to make an informed choice of the method of obtaining a three-dimensional shape and design of canvases.

**Keywords:** methods, designing, 3D-technologies, innovations, modelling.

Современная легкая и текстильная промышленность стремительно расширяет ассортимент предложений для интерьера и одежды, удовлетворяя самые смелые запросы потребителя. Текстильные полотна отличает разнообразие структур, фактур и отделок. Несмотря на извечные проблемы, отрасль удваивает свои творческие усилия, выводит новые продукты на рынок с энергией, оптимизмом и надеждой. Несмотря на явный крен системы государственной поддержки в сторону технического и наукоемкого высокотехнологического текстиля, рынок бытовых полотен для обеспечения традиционных потребностей человека, обновляется от сезона к сезону и имеет устойчивые перспективы роста [1].

Новый модный сезон обещает быть уютным и теплым.

Экологические и социальные вопросы служат трамплином для изучения новых вариантов и оставляют позади те, которые потеряли актуальность и рыночные перспективы.

Страница переворачивается, и история начинает переписываться – это тенденции осень-зима 2023/2024 с новыми «флеш» и капсульными коллекциями [2].

Современные информационные технологии позволяют проектировать художественные текстильные полотна на новом уровне, создавая дополнительные возможности визуализации фактур и текстур в современных системах автоматизированного проектирования [3]. Существует множество программ, которые позволяют осуществлять проектирование, в зависимости от целей и задач.

Условно их можно разделить на две группы:

1. Создание рисунка для печати на будущем полотне
2. Создание проекта 3D модели будущего полотна

Выпуск малотиражных и единичных текстильных изделий с рисунком обеспечивается способом печати. В то же время существует интерес к изделиям с тканым рисунком под заказ в небольшом количестве, благодаря специфической художественной выразительности и физико-механическим свойствам. В изготовлении текстильных тканых изделий на заказ малыми тиражами и штучно заинтересованы организации и частные лица, которые смогут использовать эксклюзивный текстиль в виде гобеленов, покрывал, мебельных тканей, салфеток и скатертей, полотенец и т.п.

Компьютерное моделирование не ограничивается только созданием узоров для тканых полотен, можно создавать узоры и для виртуальной одежды - предметы гардероба, созданные с использованием компьютерной графики и 3D-технологий. Объемная статичная или анимированная одежда разрабатывается с помощью специальных цифровых программ (например, CLO 3D, Marvelous Designer, VS titcher, DC Suite). Такие вещи можно надеть на виртуальных моделей или на реального человека, они создаются по идентичным лекалам, с использованием разных полотен, но при этом существуют только в виртуальной реальности. Рынок виртуальной реальности развивается стремительными темпами [4].

Приток инноваций связан с новыми способами захвата и визуализации материалов, одним из примеров является сканер X-Rite TAC7, который является частью экосистемы Total Appearance Capturing (TAC™). Сканер эффективно измеряет и сохраняет параметры, включая текстуру, прозрачность, цвет и размер, что обеспечивает высокоточную виртуализацию сложных материалов, а файлы, не зависящие от поставщика, затем можно использовать в большинстве основных приложений для управления жизненным циклом продукта, автоматизированного проектирования и рендеринга [5]. На рис. 1 представлен рендер материала с помощью сканера.



Рис. 1. Рендер материала X-Rite.©X-RiteEuropeGmbH

Цифровая визуализация материалов в процессе проектирования позволяет принимать более эффективные решения относительно силуэта продукта, материала, деталей дизайна и цветовых решений. Аутентичный внешний вид материалов имеет важное значение, чтобы можно было сделать осознанный выбор, в идеале до того, как будут разработаны какие-либо физические или виртуальные прототипы.

Для трикотажных полотен также существуют специализированные программы для визуализации и моделирования, они работают, как приложение. Например, вычислительный инструмент для проектирования KNITIT. Он работает на плосковязальной машине Stoll.

KNITIT контролирует распределение различных комбинаций стежков, а также визуализирует трикотажные узоры в среде Rhino/Grasshopper до начала физического вязания.

С одной стороны, печать на ткани — это быстрая и устойчивая мода, которая позволяет делать индивидуальные изделия или коллекцию.

С другой стороны, можно смоделировать саму ткань или трикотаж в виде 3D модели, не затрачивая финансы на прототип.

Программы, которые упоминаются в данной статье, это далеко не все, которые используются при проектировании, и список их постоянно растет.

Таким образом, инновационные подходы в данной области дают возможность осуществить осознанный выбор способа получения объемно-пространственной формы текстильного изделия, а также визуализировать художественное оформление и дизайнерское решение, как массовых, так и кастомизированных изделий для современного потребителя [6].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Иванова О.В. Использование авторских фактур при кастомизации швейных изделий/ О.В. Иванова, Н.А. Казакова, Э.А. Хамматова // Вестник Технологического университета. 2017. Т. 20. № 21. С. 70-72.
2. Онлайн-платформа предоставляет уникальный обзор материалов, ориентированных на будущее // [www.munique.blog](http://www.munique.blog): офиц. сайт. – URL : <https://www.munique.blog/en/resource-spring-summer-23-materials/> (дата обращения: 29.09.2022).
3. Рыжкова В.В. Исследование элементов автоматизированной разработки тканых полотен с использованием компьютерного моделирования// Тезисы докладов 73-ей Внутривузовской научной студенческой конференции «Молодые ученые – инновационному развитию общества (МИР-2021)» Часть 1, – М.: ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина», 2021. С.154-155.
4. Рыжкова В.В. Компьютерное моделирование при разработке тканых полотен // Инновационное развитие техники и технологий в промышленности: сборник материалов Всероссийской научной конференции молодых исследователей с международным участием. Часть 4. – М.: ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина», 2021. С. 37-40.
5. Сканирование материалов для 3D рендеринга // [www.xrite.com](http://www.xrite.com): офиц. сайт. – URL : <https://www.xrite.com/learning-color-education/webinars/scan-materials-for-3d-rendering-and-visualization> (дата обращения: 29.09.2022).
6. Иванова О.В. Проектирование складчатых форм в текстиле в условиях цифрового производства на основе дизайн-мышления/ О.В. Иванова //В сборнике: Научные исследования и разработки в области дизайна и технологий. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. 2019. С. 29-31.



**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ, ИНЕРЦИОННЫХ И КИНЕМАТИЧЕСКИХ  
ПАРАМЕТРОВ ЗВЕНЬЕВ  
МЕХАНИЗМА ПЕРЕМЕЩЕНИЯ МАТЕРИАЛА ШВЕЙНОЙ МАШИНЫ  
CS-790 КЛАССА ФИРМЫ «ПАННОНИЯ» (ВЕНГРИЯ)**

**DETERMINATION OF GEOMETRIC, INERTIAL AND KINEMATIC PARAMETERS  
OF LINKS THE MECHANISM FOR MOVING THE MATERIAL OF THE SEWING  
MACHINE SS-790 CLASS OF THE COMPANY "PANNONIA" (HUNGARY)**

Е.П. Силантьев, А.А. Тувин  
E.P. Silantyeu, A.A. Tuvin

Ивановский государственный политехнический университет  
Ivanovo State Politechnical University  
E-mail: kabal1.21@yandex.ru, tuvin@ivgpu.com

В данной статье рассмотрены расчеты геометрических, инерционных и кинематических параметров звеньев механизма перемещения материала с помощью программного приложения «КОМПАС-3D», путём создания 3D моделей отдельных деталей и их сборкой. Разработана методика и программа расчета кинематических параметров звеньев механизма перемещения материала.

**Ключевые слова:** Швейная машина, механизм перемещения, шатун, зубчатая рейка, эксцентрик, момент инерции массы, 3-D модель звена, кинематические параметры.

This article discusses the calculations of geometric, inertial and kinematic parameters of the links of the material movement mechanism using the COMPASS-3D software application, by creating 3D models of individual parts and assembling them. A methodology and a program for calculating the kinematic parameters of the links of the material movement mechanism have been developed.

**Keywords:** Sewing machine, movement mechanism, connecting rod, gear rack, eccentric, moment of inertia of mass, 3-D link model, kinematic parameters.

Машина CS-790 класса фирмы «ПАННОНИЯ» (Венгрия) предназначена для выполнения строчкой однониточного цепного потайного стежка стегально-подшивочных работ при изготовлении платьев, костюмов и пальто. Особенностью этой машины отличающей ее от других машин для выполнения потайных строчек, является то, что в ней отсутствует поворотный мостик, вместо которого применена цилиндрическая платформа. Для удобства выполнения стегальных операций машина снабжена откидным столиком. Машина имеет следующие технические характеристики:

Число оборотов главного вала в минуту.....	3500
Длина стежка в мм .....	3...7
Ширина стежка в мм .....	7
Наибольшая толщина сшиваемого материала в мм .....	0.3...3
Иглы .....	0873-75 и 0873-100
Габариты (длина x ширина x высота) в мм .....	460 x 232 x 204
Вес головки машины в кг .....	30

Машина установлена на специальном промышленном столе и имеет две педали: правую для поворота выдавливателя 9 и опускания лапок, связанную тягой с рычагом 25, и левую для включения фрикционного электропривода. Машина снабжена откидным столиком 8 для удобства выполнения операции, который можно вывести из зоны выполнения операции. К игольной пластине 6 винтом 10 прикреплена линейка-

направитель, расположенная под игольной пластиной. С ее помощью выполняют подшивочные работы. В прорезь игольной пластины входит тормозная пластина 7 для затормаживания движения материала при повороте выдавливается к работающему.

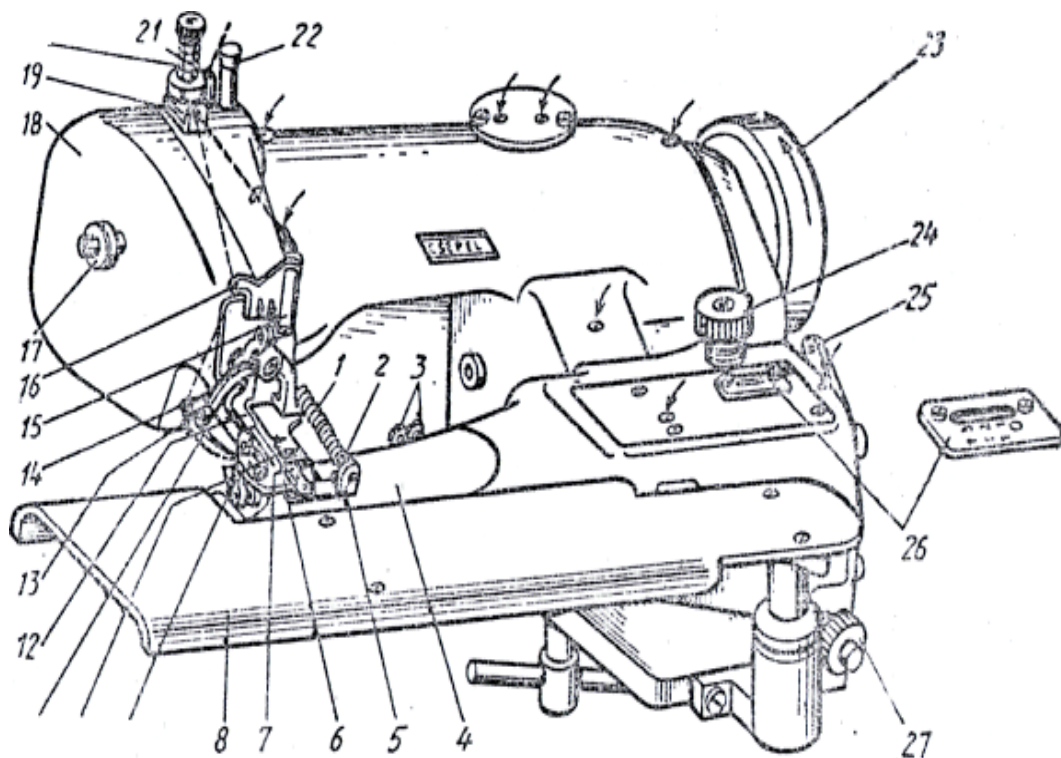


Рис. 1. Внешний вид машины CS-790

Чтобы заменить иглу 11, поворотом махового колеса 23 ставят игловодитель в крайнее левое положение, ослабляют винт 13 и в паз игловодителя и прижимной пластины коротким желобком вверх устанавливают иглу 11.

Высота выдавливания материала регулируется поворотом рукоятки 27. Если поворачивать ее по часовой стрелке, то материал будет выдавливаться на большую высоту, причем рукоятка 27 имеет градуированную шкалу для более точной установки высоты. Глубина захвата материалов рейкой 12 регулируется так же, как в машине 85 кл.

Длина стежка регулируется нажимом на кнопку 22 и поворотом махового колеса 23 по ходу вращения до тех пор, пока стержень кнопки 22 не опустится вниз (слышен глухой щелчок). Затем маховое колесо 23 вращают по часовой стрелке до тех пор, пока опять не раздастся щелчок. Щелчок означает, что изменилась длина стежка. Таким образом, за один поворот главного вала вручную можно получить четыре длины стежков от 3 до 7 мм. После установки длины стежка кнопку 22 опускают. Под действием своей пружины она должна подняться.

Давление лапок на материал регулируют винтами 3, причем левый винт 3 служит для изменения давления правой лапки, правый винт 3 — левой лапки. Если винты закручивать, то давление лапок на материал увеличится.

Давление тормозной пластины 7 регулируют винтом 5 путем изменения давления пружины 1. Если винт 5 закручивать, то гайка 2 будет растягивать пружину 1 и давление тормозной пластины 7 на материал увеличится.

Положение линейки-направителя при выполнении подшивочных работ регулируется ее перемещением поперек игольной пластины 6 после ослабления винта 10.

Подшивание низа изделия можно выполнять при каждом проколе иглы, через один прокол, через два, три, так как в машине применяется специальный интервальный механизм. На щитке 26 с четырьмя пазами справа налево нанесены деления 0, 1:1, 1:2, 1:3.

Деление 0 соответствует выдавливанию материала при каждом проколе иглы, 1:1 — выдавливанию материала через один прокол иглы и т. д. Чтобы указатель кнопки 24 перевести в следующий паз щитка 26, нажимают на кнопку 24 и поворачивают ее в соответствии с делениями щитка 26.

Для смазки сопряжений деталей механизмов применяется индивидуальная ручная смазка в сочетании с фитильной. Фирма рекомендует применять для смазки масло 0x20, что соответствует отечественным маслам И-8А и И-12А (ГОСТ 20799-88). Все места смазки, кроме двух за рукавной частью машины, на рисунке указаны стрелками. Сопряжения деталей механизмов иглы, петлителя и перемещения материалов смазывают вручную с помощью масленки после отвинчивания гайки 17 и съема крышки 18.

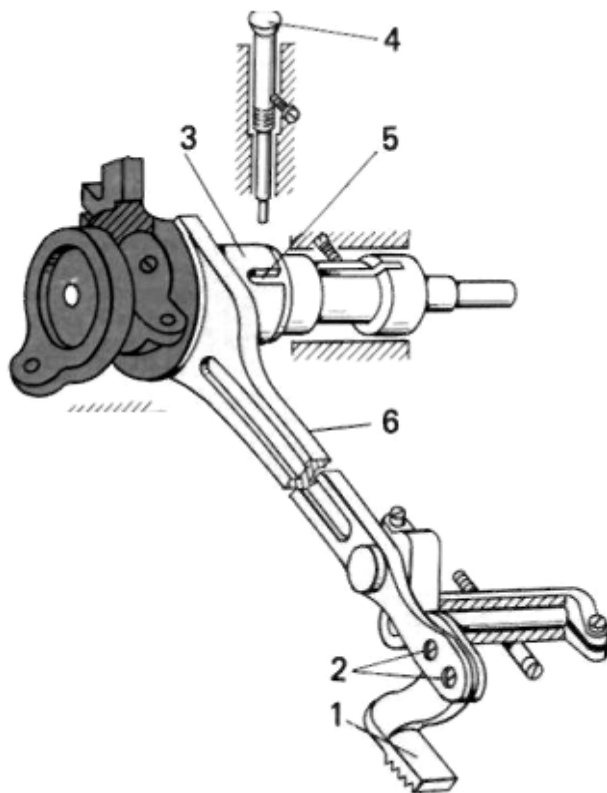


Рис. 2. Механизм перемещения материала

Длина стежка регулируется нажатием на кнопку 4 (рис. 2) и поворотом махового колеса по ходу его вращения до тех пор, пока стержень кнопки 4 не войдет во впадину 5 регулируемого эксцентрика 3 (слышен глухой щелчок). Затем маховое колесо вращают по часовой стрелке до тех пор, пока снова не раздастся щелчок. Щелчок означает, что изменилась длина стежка. Таким образом, за один поворот главного вала вручную можно получить четыре длины стежка — от 3 до 7 мм. После установки соответствующей длины стежка кнопку 4 отпускают, и она под действием своей пружины поднимается.

Глубину захвата материала рейкой 1 регулируют ее вертикальным перемещением относительно рычага 6 механизма перемещения материала после ослабления двух прижимных винтов 2.

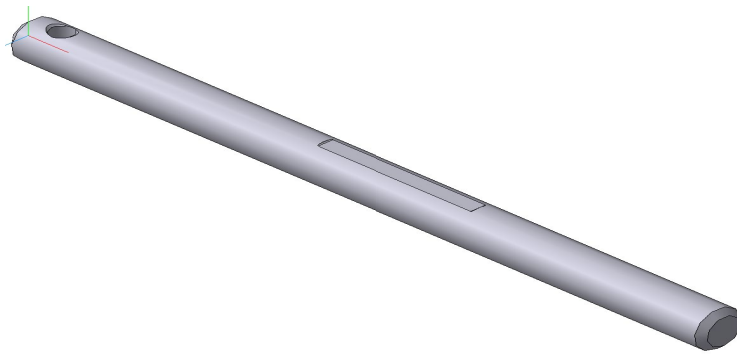


Рис. 3. Главный вал

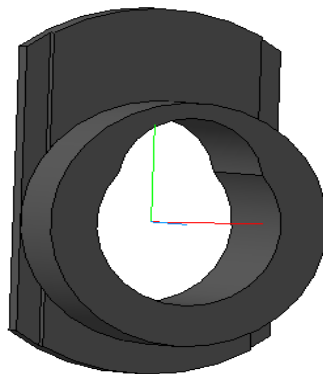


Рис. 4. Эксцентрик

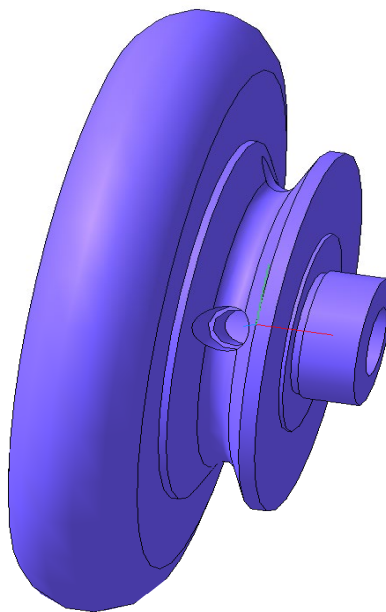


Рис. 5. Шкив-маховик

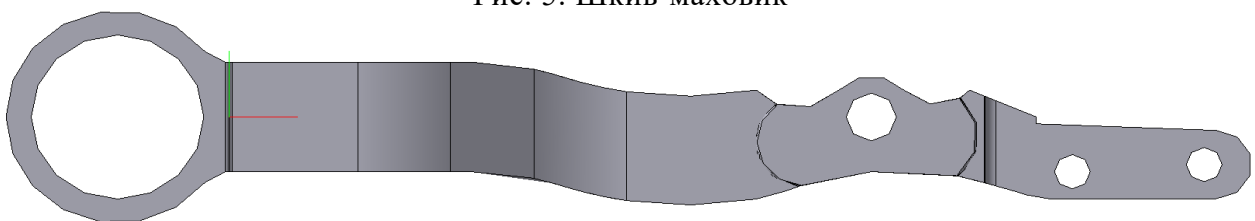


Рис. 6. Шатун

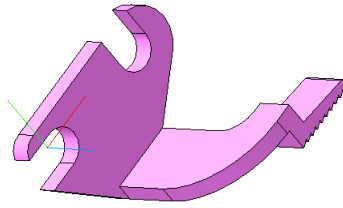


Рис. 7. Зубчатая рейка

Существует множество способов и методов кинематического анализа различных механизмов: расчетно-аналитический, расчетно-графический, методы связанные с применением ЭВМ и другие. Мы используем следующий метод – расчет кинематических параметров аналитическим методом с использованием ЭВМ на основе подпрограмм для кинематического анализа плоских рычажных механизмов (этот пакет программ был разработан и составлен на кафедре «Мехатроники и радиоэлектроники»). Результаты расчетов приведены в виде графиков на рис. 8...9.

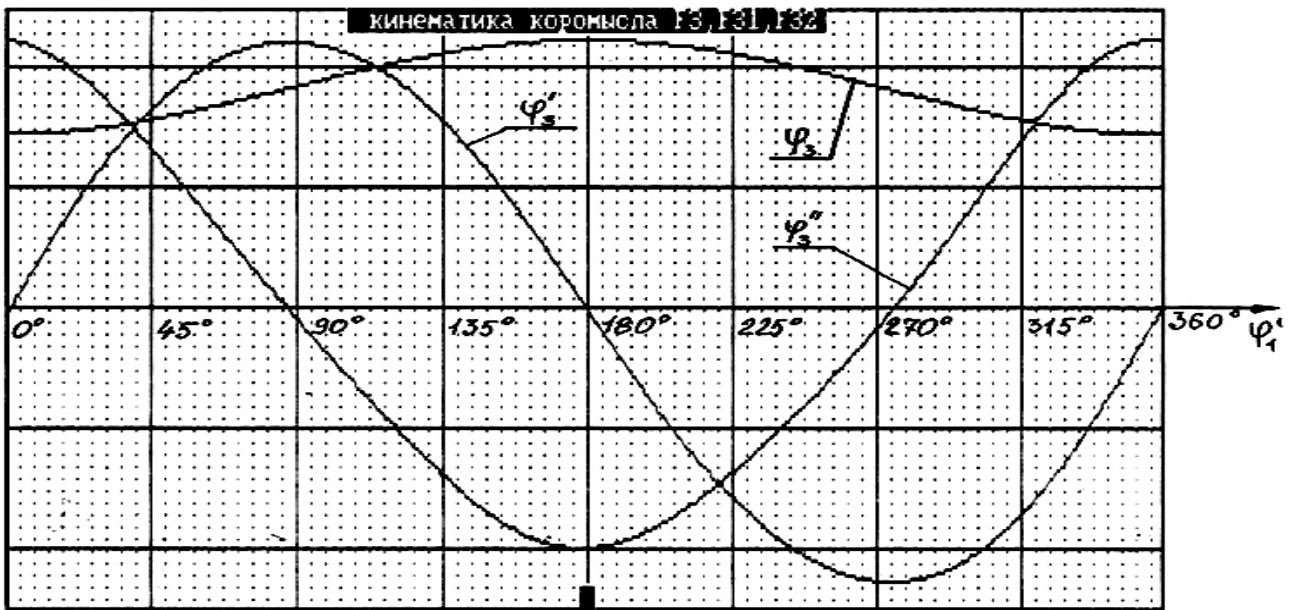


Рис. 8. Результат кинематического анализа коромысла

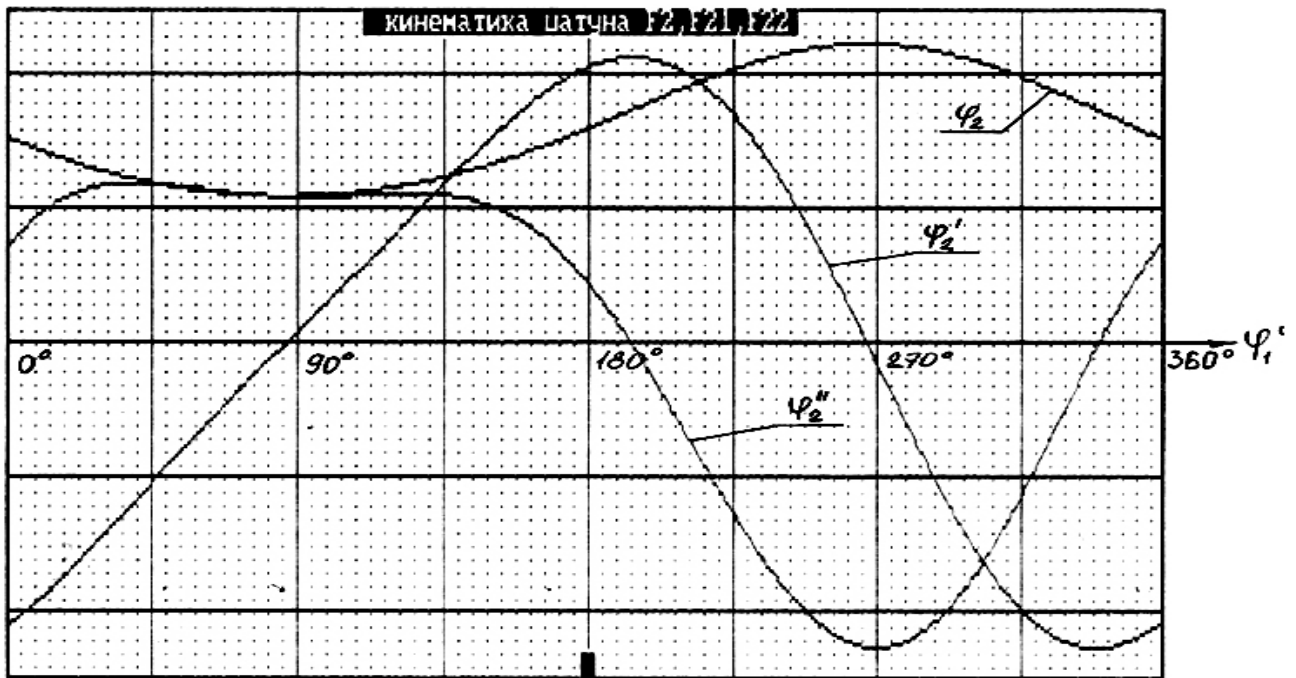


Рис. 9. Результат кинематического анализа шатуна

#### ЛИТЕРАТУРА

1. В.В. Исаев Оборудование швейных предприятий: Учеб. для проф.-техн. училищ. -3-е изд., испр. и доп. – М.: Легпромбытиздат, 1989. – 336 с.: ил.
2. В.Я. Франц Оборудование швейного производства: Учебник для сред. проф. образования: Учеб. пособие для нач. проф. образования/ Владимир Яковлевич Франц. - 2-е изд., стер. - М.: Издательский центр «Академия», 2005. - 448 с.
3. И. И. Артоболевский Теория механизмов М., 1967 г., 720 стр. с илл.  
Франц В.Я., Исаев В.В. Швейные машины: Иллюстрированное пособие. 2-е изд., перераб. и доп.- М.: Легпромбытиздат, 1986.- 184 с.: ил.

**СВОЙСТВА ПОЛИПРОПИЛЕНОВЫХ НИТЕЙ, МОДИФИЦИРОВАННЫХ В ПРОЦЕССЕ ПОЛУЧЕНИЯ МЕТАЛЛОСодЕРЖАЩИМИ НАНОЧАСТИЦАМИ, СТАБИЛИЗИРОВАННЫМИ ИНЕРТНЫМИ ПОЛИМЕРАМИ**

**PROPERTIES OF A POLYPROPYLENE YARNS MODIFIED IN THE PROCESS OF PRODUCTION WITH METAL-CONTAINING NANOPARTICLES STABILIZED WITH INERT POLYMERS**

К.А. Смирнов<sup>1</sup>, М.Ю. Глухенко<sup>1</sup>, С.Ю. Вавилова<sup>2</sup>, Н.П. Пророкова<sup>1,2</sup>  
K.A. Smirnov<sup>1</sup>, M.Yu. Glukhenko<sup>1</sup>, S.Yu. Vavilova<sup>2</sup>, N.P. Prorokova<sup>1,2</sup>

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

<sup>2</sup>Институт химии растворов имени Г.А. Крестова Российской академии наук  
(Иваново)

<sup>1</sup>Ivanovo State Polytechnic University (Russia, Ivanovo)

<sup>2</sup>G.A. Krestov Institute of Solution Chemistry of Russian Academy of Science (Ivanovo)  
E-mail: npp@isc-ras.ru

Получены полипропиленовые нити, модифицированные малыми количествами наноразмерных железосодержащих частиц, предварительно стабилизированных полиэтиленом высокого давления и полиэтиленом низкого давления. Исследовано влияние добавок малых количеств полиэтиленов на физико-механические характеристики полипропиленовых нитей.

Ключевые слова: полипропиленовая нить, железосодержащие наночастицы, стабилизация наночастиц

Polypropylene yarns modified with small amounts of nanosized iron-containing particles preliminarily stabilized with high-pressure polyethylene and low-pressure polyethylene has been obtained. The effect of additives of small amounts of polyethylenes on the physical and mechanical characteristics of polypropylene threads has been studied.

Keywords: polypropylene yarn, iron-containing nanoparticles, nanoparticle stabilization

Одним из простых и эффективных приемов модифицирования изделий из термопластичных полимеров является их наполнение. Под этим термином понимается введение модифицирующего вещества (наполнителя) в полимер на стадии получения расплава и дальнейшее интенсивное перемешивание расплава для равномерного распределения в нем наполнителя [1]. Для получения синтетических нитей с улучшенными и специальными свойствами [2,3] этот метод также актуален, хотя пока не получил широкого распространения в связи с рядом проблем, возникающих при его реализации. Самые большие сложности связаны с малым поперечным размером формуемых элементарных нитей (филаментов), в связи с чем в качестве наполнителей могут применяться только наноразмерные порошки, которые, к тому же, не должны образовывать агрегаты при введении их в расплав. Это диктует необходимость использования наноразмерных модификаторов в стабилизированном состоянии [2,4].

В работах [4-6] описано использование для модифицирования полипропиленовых нитей в процессе их формования из расплава наноразмерных металлосодержащих частиц, стабилизированных при их синтезе посредством иммобилизации в полиэтиленовой матрице. Получение и свойства композитов на основе инертных полимеров, содержащих высокодисперсные металлы и их оксиды (так называемые композиционные материалы типа «класпол»), впервые были подробно описаны в работе [7]. Продолжением указанного направления явилось создание нанокompозитов типа «класпол», которые содержат наноразмерные частицы металлов и их оксидов [8,9]. В настоящей работе при

наномодифицировании полипропиленовых нитей в качестве типичных функциональных наполнителей типа «класпол» применяли железосодержащие нанокompозиты на основе полиэтилена высокого давления (ПЭВД) и полиэтилена низкого давления (ПЭНД). Структура и свойства железосодержащих наночастиц, ядро которых составляет металлическое железо, а оболочка сформирована из оксидов трехвалентного железа, подробно охарактеризованы в работах [8-10].

Визуальный контроль процессов получения модифицированных полипропиленовых нитей показал, что, если использование наночастиц, стабилизированных ПЭВД, обеспечивает бесперебойное протекание процессов формования и ориентационного вытягивания, то применение наночастиц, стабилизированных ПЭНД, приводит к значительному возрастанию обрывности нити на стадии ориентационного вытягивания. Очевидно, что вид использованного для стабилизации металлосодержащих наночастиц полиэтилена влияет на способность модифицированных нитей к ориентационному вытягиванию, которая неразрывно связана со структурой полипропиленовых комплексных текстильных нитей. Целью настоящей работы было исследование свойств формируемых из расплава полипропилена комплексных текстильных нитей (ПКТН) с добавками малых количеств полиэтиленов высокого и низкого давления.

Полипропиленовые комплексные текстильные нити (ПКТН) получали на лабораторном стенде для формования синтетических волокон СФПВ-1. Ориентационное вытягивание свежесформованных ПКТН осуществляли на стенде для ориентации синтетических волокон ОСВ-1. Стенды позволяют имитировать условия производственного процесса формования нитей из расплава и их ориентационного вытягивания. Фотографии стендов представлены в работе [3], схемы – в работе [5].

Формовочный стенд СФПВ-1 оснащен автоматизированным пультом управления процессом формования, экструдером, в котором происходит плавление полимера, фильерой с 24 отверстиями ( $\varnothing=0,4$  мм) для образования из расплава струй, формовочными дисками, а также приёмным устройством для намотки готовых нитей на бобину. В процессе эксперимента температура зон экструдера составляла: зоны преднагрева  $T_1 = 120$  °С, зоны плавления  $T_2 = 225$  °С, зоны стабилизации расплава  $T_3 = 220$  °С, зоны нагрева формовочной головки  $T_4 = 220$  °С. Скорость подачи расплава составляла 20 г/мин., скорость приемного устройства – 100 м/мин.

После формования ПКТН подвергали ориентационному вытягиванию и термостабилизации с использованием стенда ОСВ-1. При ориентационном вытягивании стандартных и модифицированных с использованием композитов на основе ПЭВД нитей температуры в зонах вытягивания составляли:  $T_1 = 118$  °С (верхний обогреваемый диск),  $T_2 = 120$  °С (нижний обогреваемый диск),  $T_3 = 123$  °С (термоэлектростабилизационное устройство) при скоростях 12 – 16 м/мин. Процесс ориентационного вытягивания ПКТН при их модифицировании с использованием композитов на основе ПЭНД проводили при более высоких температурах:  $T_1 = 136$  °С,  $T_2 = 145$  °С,  $T_3 = 150$  °С, соответственно. Необходимость повышения температуры была обусловлена значительным уровнем обрывности таких нитей при их вытягивании. Скорость ориентационного вытягивания составляла 12 – 16 м/мин.

Были получены стандартные и модифицированные стабилизированными железосодержащими наночастицами комплексные ПКТН диаметром 30 - 40 мкм, состоящие из 24 филаментов плотностью  $0,91$  г/см<sup>3</sup>.

При формовании ПКТН 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 ламеллярных кристаллитов *c*- и *a*\*- осевой ориентации [11-13]. В первом случае молекулярные цепи в элементарной ячейке направлены вдоль направления деформирования, во втором случае - поперек. Подробный анализ изменения субмолекулярной структуры ПКТН на разных стадиях получения нити представлен в работах [13-18]. В [13,14] 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 ПКТН 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 [15]. Степень кристалличности ПКТН практически не зависит от величины фильерного вытягивания, но при ориентационном вытягивании несколько возрастает за счет одновременного действия температурного и деформационного факторов [16].

На стадии получения свежесформованных ПКТН происходит ориентация относительно оси волокон не только кристаллитных образований, но и молекулярных цепей, входящих в состав аморфных областей ПП [17]. Дополнительное твердофазное вытягивание при повышенной температуре практически не влияет на ориентацию кристаллитных образований ПКТН, 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 [15,17].

Анализ зависимости структуры и свойств нитей, модифицированных стабилизированными полиэтиленом металлсодержащими наночастицами, от вида полиэтилена проводили с учетом изложенных выше представлений об изменении субмолекулярной структуры ПКТН на разных стадиях получения нитей из расплава. На первом этапе исследования определяли разрывную нагрузку и удлинение нитей, модифицированных железосодержащими наночастицами, стабилизированными разными видами полиэтилена. Полученные данные представлены в табл. 1.

Таблица 1

Влияние на разрывные полуцикловые характеристики полипропиленовых комплексных текстильных нитей вида полимера - стабилизатора железосодержащих наночастиц

Концентрация железосодержащих наночастиц в нити, % масс.	Удельная разрывная нагрузка, сН/Текс	Относительное разрывное удлинение, %
Немодифицированная нить		
0	$62,0 \pm 2,5$	$37,2 \pm 3,4$
Стабилизация полиэтиленом высокого давления		
0,01	$96,7 \pm 6,7$	$32,9 \pm 1,8$
0,05	$87,3 \pm 2,5$	$33,9 \pm 2,9$
0,10	$81,7 \pm 6,1$	$36,2 \pm 3,0$
Стабилизация полиэтиленом низкого давления		
0,05	$60,7 \pm 4,1$	$43,5 \pm 5,0$
0,10	$54,4 \pm 6,5$	$42,3 \pm 4,4$
0,50	$48,4 \pm 6,7$	$44,5 \pm 2,0$

Из табл. 1 следует, что введение в нить стабилизированных ПЭВД железосодержащих наночастиц приводит к заметному возрастанию удельной разрывной нагрузки нити, в то время как модификация аналогичными наночастицами, стабилизированными ПЭНД, вызывает снижение показателя прочности нитей. Очевидно, что свойства модифицированной ПКТН

определяются не только введенными в них наночастицами, но зависят также от вида полиэтилена, который стабилизирует последние.

Для исследования влияния добавок полиэтиленов на прочностные характеристики ПКТН вводили в ПП перед формованием нити до 15 % масс. ПЭВД и до 5 % масс. ПЭНД. Смесь полиолефинов в экструдере интенсивно перемешивалась для обеспечения равномерного распределения полиэтилена в ПП. Сопоставление температур кристаллизации компонентов смесей свидетельствует, что в процессе получения нити в первую очередь образуются кристаллиты ПП ( $T_{пл.} = 169\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), при этом ПЭВД ( $T_{пл.} = 105\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) и ПЭНД ( $T_{пл.} = 128\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) распределяются в межкристаллитных пространствах ПП. Можно предположить, что фильерное, а затем сильное ориентационное вытягивание частично кристаллизованных полиэтиленов обеспечит полную ориентацию его молекулярных цепей вдоль оси филаментов. В результате формируется высокоориентированная структура, состоящая из фибрилл ПП с вкраплением небольших количеств фибрилл полиэтилена. О том, как изменяется прочность нити с такой структурой, судили по данным, приведенным в табл. 2.

Таблица 2

Влияние содержания полиэтилена в смеси с полипропиленом на разрывные полуцикловые характеристики нитей, сформованных из полимерных смесей

Содержание полиэтилена в смеси, %	Удельная разрывная нагрузка, сН/Текс	Относительное разрывное удлинение, %
0	$62,0 \pm 2,5$	$37,2 \pm 3,4$
Полиэтилен высокого давления		
0,25	$65,3 \pm 1,9$	$36,7 \pm 2,1$
0,50	$66,4 \pm 2,8$	$36,2 \pm 3,0$
5,00	$62,3 \pm 2,1$	$32,9 \pm 1,8$
7,50	$61,3 \pm 4,2$	$33,9 \pm 2,9$
15,00	$49,4 \pm 2,4$	$44,8 \pm 4,2$
Полиэтилен низкого давления		
0,50	$52,3 \pm 3,6$	$42,5 \pm 1,8$
1,00	$51,6 \pm 3,0$	$45,7 \pm 4,0$
5,00	$48,4 \pm 2,8$	$47,5 \pm 4,0$

Как видно из таблицы, введение в полипропилен небольших (до 7.5 % масс.) количеств ПЭВД не вызывает снижения прочности модифицированной нити. При добавках ПЭВД в количестве 0.25 - 0.5 % масс. наблюдается даже некоторое возрастание разрывной нагрузки нити. Относительное разрывное удлинение нитей изменяется при этом незначительно.

В то же время введение в ПП даже малых количеств ПЭНД, в отличие от ПЭВД, приводит к росту разрывного удлинения и снижению разрывной нагрузки нитей.

Выводы:

Таким образом, показано, что при получении из расплава ПП нитей с использованием в качестве наполнителей малых количеств металлсодержащих наночастиц, стабилизированных полиэтиленами, применение в качестве стабилизатора наночастиц ПЭВД обеспечивает придание нитям повышенной прочности. Присутствие малых количеств ПЭВД (до 7,5 %) в расплаве ПП не приводит к ухудшению физико-механических характеристик нити.

Использование в качестве стабилизатора наночастиц ПЭНД приводит к снижению разрывной нагрузки нити.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Functional Fillers for Plastics / Ed. by M. Xanthos. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim, 2005.
2. Geller V.E. Prospects for preparing nanocomposite textile yarn (review) // Fiber Chem. – 2013. – V. 45. – P. 65-70.

3. Prorokova N.P., Vavilova S.Yu., Buznik V.M., Zavadskii A.E. Modification of polypropylene fibrous materials with ultradispersed polytetrafluoroethylene // Polym. Sci. Ser. A.. – 2013. – V. 55. – P. 643-651.
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. 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.
5. 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.
6. 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. – 47. – P. 384-388.
7. Губин С.П., Кособудский И.Д. Металлические кластеры в полимерных матрицах // Успехи химии. 1983. Т. LII. Вып. 8. – С. 1350-1364.
8. Yurkov G.Y., Delvin E., Panchuk V.V., Semenov V.G., Matveev V.V., Pleshakov I.V. Study of the composite based on iron containing nanoparticles dispersed in the polyethylene matrix // Phys. the Solid State. – 2013. – V. 55. – P. 1946-1949.
9. Yurkov G.Yu., Gubin S.P., Pankratov D.A., Koksharov Yu.A., Spichkin Yu.I., Kozinkin A.V., Nedosekina T.I., Pirog I.V., Vlasenko V.G. Iron(III) oxide nanoparticles in a polyethylene matrix // Inorg. Mater. – 2002. – V. 38. – P. 137-145.
10. Yurkov G.Yu., Gubin S.P., Fionov A.S., Kolesov V.V., Koksharov Yu.A. Electrical and magnetic properties of nanomaterials containing iron and cobalt nanoparticles // Inorg. Mater. – 2007. – V. 43. – P. 834-844.
11. 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.
12. 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.
13. 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.
14. 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.
15. 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.
16. 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.
17. 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. 10-14.
18. Zavadskii A.E., Vavilova S.Yu., Prorokova N.P. Orientation processes in crystalline and amorphous regions of polypropylene during yarn spinning // Fiber Chem. – 2016. – V. 48. – P. 104-108.

## ПРИМЕНЕНИЕ СЕРИЦИНА ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ОБОЛОЧКИ МИКРОКАПСУЛ, ВКЛЮЧАЮЩИХ БАВ

### THE USE OF SERICIN FOR THE FORMATION OF THE MICROCAPSULES SHELL, INCLUDING BAS

Ю.Н. Соотц<sup>1</sup>, З.А. Яминзода<sup>2</sup>, О.И. Одинцова<sup>1</sup>, А.А. Липина<sup>1</sup>, Л.С. Петрова<sup>1</sup>  
Yu.N. Soots<sup>1</sup>, Z.A. Yaminzoda<sup>2</sup>, O.I. Odintsova<sup>1</sup>, A.A. Lipina<sup>1</sup>, L.S. Petrova<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Ивановский государственный химико-технологический университет

<sup>2</sup>Технологический Университет Таджикистана (Душанбе)

<sup>1</sup>Ivanovo State University of Chemistry and Technology

<sup>2</sup>Technological University of Tajikistan (Dushanbe)

E-mail: julia\_novozhilova@mail.ru, odolga@yandex.ru

Оценена возможность синтеза оболочки капсулы с использованием комбинации биосовместимых полиэлектролитов: серицин-хитозан, серицин-альгинат натрия. Методом динамического рассеяния света определены размеры синтезированных капсул. Проанализировано влияние полиэлектролитов, составляющих оболочку капсулы, на размеры частиц микрокапсул и  $\xi$ -потенциал системы. С применением метода оптической микроскопии получено изображение синтезированных капсул с серицином.

**Ключевые слова:** серицин, альгинат натрия, хитозан, биологически-активные вещества, микрокапсулы.

The possibility of capsule shell synthesis using a combination of biocompatible polyelectrolytes: sericin-chitosan, sericin-sodium alginate was evaluated. The sizes of synthesized capsules by the method of dynamic light scattering were determined. The influence of polyelectrolytes composing the capsule shell on the particle sizes of microcapsules and the  $\xi$ -potential of the system was analyzed. Using the optical microscopy method, an image of synthesized capsules with sericin was obtained.

**Keywords:** sericin, sodium alginate, chitosan, biologically active substances, microcapsules.

Серицин — это природный полимер, который действует как адгезив, соединяющий две фиброиновые нити с образованием шелковой пряжи [1]. Полярные группы (карбоксильные, гидроксильные и аминогруппы) боковых цепей аминокислот и их органический состав, растворимость и структурная организация делают возможным сшивание, сополимеризацию и комбинации с другими полимерами, которые вместе придают серицину уникальные свойства: антиоксидантные, увлажняющие, заживляющие, антибактериальные, защитные от ультрафиолета и противоопухолевые, что позволяет применять его в различных областях [2-4].

Вместе с тем свойства серицина позволяют использовать его для формирования оболочки капсулы. В настоящее время разрабатываются различные методы изготовления микрокапсул. По-прежнему остается сложной задачей их изготовление в рамках эффективного и экологически чистого процесса [5]. Технологии капсулирования биологически активных веществ (БАВ) и лекарственных препаратов постоянно совершенствуются и находят широкое применение в текстильной, пищевой и фармацевтической промышленности и медицине. Формирование оболочки капсулы на основе серицина шелка позволит в перспективе создавать на текстильных материалах покрытия профилактического и лечебного назначения, а также разработать выпускную форму лекарственных препаратов в виде серициновых микрокапсул.

Цель исследования заключалась в оценке процесса формирования микрокапсул, содержащих биологически активное вещество (эфирное масло), оболочки которых сформированы посредством электростатического взаимодействия серицина и

биodeградируемых полиэлектролитов: альгината натрия и хитозана. Данные полиэлектролиты являются экологически безопасными и подходят для применения в медицинской и косметической индустрии. В качестве сырья для получения серицина использовались очищенные от посторонних примесей коконы тутового шелкопряда.

Важной составляющей разрабатываемой системы серицин-биodeградируемый полиэлектролит является устойчивость в течение длительного времени. Эмульсии с микрокапсулами, ядра которых содержали БАВ, серицин и полиэлектролиты, готовили следующим образом: грейпфрутовое масло смешивали с карбоксилавом, далее добавляли неонол АФ 9/10, серицин, альгинат натрия или хитозан. В каждый слой добавляли воду и перемешивали в течение 5 минут.

Серицин, используемый в данном эксперименте, получали путем водной экстракции из коконов тутового шелкопряда при варьировании условий: время, температура, гидромодуль. Проверляли наличие серицина в растворе путем его осаждения с помощью этилового спирта (выпадал осадок в виде мелкого порошка). Для визуальной оценки полученных микрокапсул, в их ядро был введен жирорастворимый краситель Судан IV. Устойчивость получаемых систем контролировали, измеряя размеры частиц методом динамического рассеяния света и определяя  $\xi$ - потенциал на приборе PhotocorCompact-Z. Определение размеров частиц позволяет выявить наличие сформировавшихся полиэлектролитных микрокапсул и определить их размерный диапазон, а также процентное распределение в системе.

Значение  $\xi$  – потенциала характеризует степень и характер взаимодействия между частицами (микрокапсулами) в эмульсии и позволяет оценить устойчивость разрабатываемой системы во времени и склонность полученных микрокапсул к агрегации. Система является устойчивой, если его значение составляет  $\pm 30$  мВ. Полученные данные представлены в таблице 1.

Таблица 1

Характеристика устойчивости разрабатываемых эмульсий с микрокапсулами

Состав ядра	Состав оболочки	Цвет, рН	Размер частиц, нм/процентное распределение частиц в системе, %	$\xi$ - потенциал, мВ	Агрегативная устойчивость
Грейпфрутовое масло	Серицин, хитозан	Бледно розовый, 5	60 - 8,9% 374,2 - 91,1%	-	Выпал осадок в течение нескольких часов
Грейпфрутовое масло	Серицин, альгинат натрия	Бледно розовый, 3,5	349,8 - 100%	- 30, 69	Прозрачный раствор в течение 30 суток

В результате эксперимента получены капсулы, оболочки которых были сформированы с применением серицина и альгината натрия, серицина и хитозана, значение рН составило 3,5-5, размеры частиц были определены в нанометровом диапазоне с моно- и бимодальным распределением в системе (таблица 1, рис. 1-2), однако у эмульсии с серицином и хитозаном выпадала в осадок в течение нескольких часов, а эмульсия, содержащая серицин и альгинат натрия оказалась устойчивой в течение длительного времени (до нескольких месяцев), ее значение  $\xi$ - потенциала лежало в пределах устойчивой системы (-30, 69 мВ).

Сформированные микрокапсулы, архитектура оболочки которых включала серицин и альгинат натрия, визуально наблюдали, с применением оптической микроскопии на медицинском микроскопе Микмед-6 (рис. 3). На изображении видны сформировавшиеся сферические микрокапсулы, равномерно распределенные в системе, что подтверждает их

успешное формирование, и отсутствие склонности к агрегации. На основании проведенных исследований процесса взаимодействия серицина и биodeградируемых полиэлектролитов: альгината натрия и хитозана, отобрана система биodeградируемых полиэлектролитов серицин-альгинат натрия, позволяющая получить устойчивые во времени эмульсии с микрокапсулами.

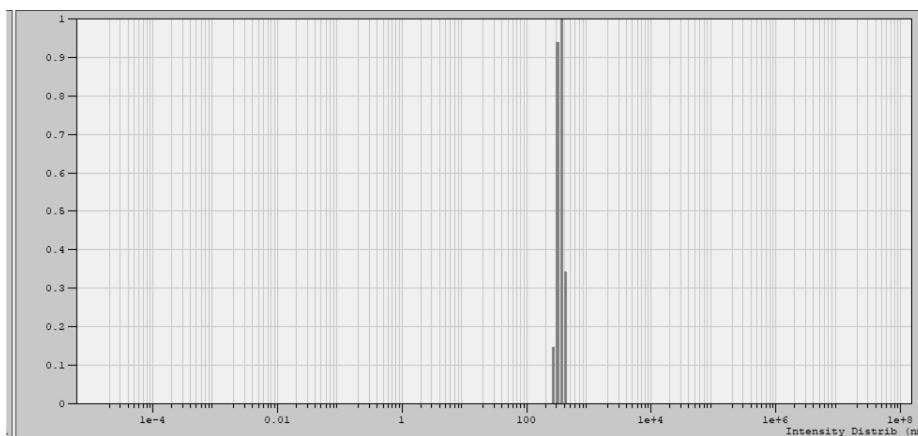


Рис. 1. Распределение частиц в дисперсии капсул, оболочки которых сформированы из серицина и альгината натрия ( $C=0,2$  г/л)

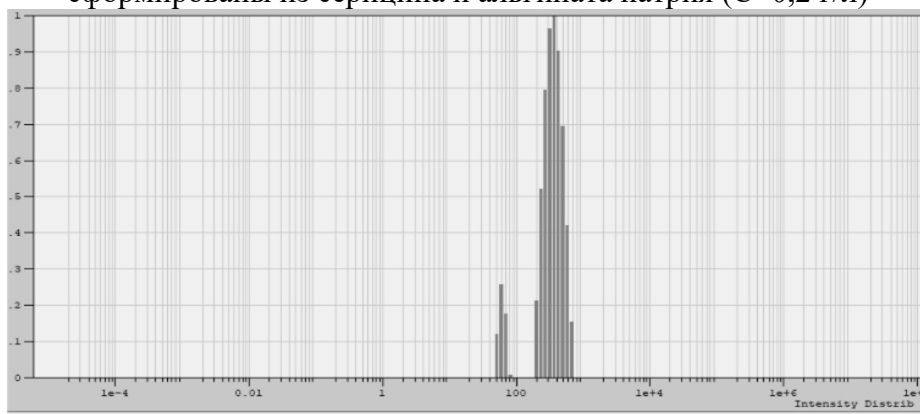


Рис. 2. Распределение частиц в дисперсии капсул, оболочки которых сформированы из серицина и хитозана ( $C=0,2$  г/л)

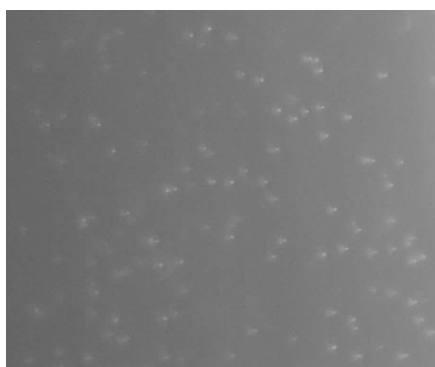


Рис. 3. Оптическое изображение микрокапсул, оболочки которых сформированы из серицина и альгината натрия

**Выводы:**

1. Получены микрокапсулы, содержащие серицин. Определены размеры синтезированных капсул на основе систем биосовместимых полиэлектролитов: серицин-хитозан, серицин-альгинат натрия.
2. Выполнена сравнительная оценка влияния полиэлектролитов, составляющих оболочку капсулы, на размеры частиц микрокапсул и  $\xi$ -потенциал системы.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Mondal M., Trivedi K., Kumar S.N. Silk proteins, sericin and fibroin in the silkworm, *Bombyx mori* Linn // Review Caspian Journal of Environmental Sciences. 2007. N 5. V. 2. P. 63-76.
2. Aramvit P., Kanokpanont S., De-Eknamkul V., Srichana T. Monitoring of inflammatory mediators induced by silk sericin // Journal of Biology and Bioengineering. 2009. N 107. V. 5. P. 556-561.
3. Kato N., Sato S., Yamanaka A., Yamada H., Fuwa N., Nomura M. Silk protein, sericin, inhibits lipid peroxidation and tyrosinase activity // Biology, biotechnology and biochemistry. 1998. N 52 V. 1. P. 145-147.
4. Wu J.H., Wang Z., S.Y. Xu Preparation and Characterization of Sericin Powder Extracted from Silk Industry Wastewater // Foodchemistry. 2007. N 103.V.4. P. 1255-1262.
5. Zhaogang L., Yurong C., Juming Y. One-step synthesis of natural silk sericin-based microcapsules with bionic structures // Macromolecular rapid communications. 2014. N 35. P. 1668-1672.

## **ВЛИЯНИЕ ТЕРМООБРАБОТКИ НА СВОЙСТВА ТРИКОТАЖНЫХ ПОЛОТЕН ИЗ ПОЛЫХ НИТЕЙ**

### **INFLUENCE OF HEAT TREATMENT ON THE PROPERTIES OF KNITTED FABRICS FROM HOLLOW THREADS**

А.И. Сосновская, Н.В. Скобова, С.С. Медвецкий  
A.I. Sosnovskaya, N.V. Skobova, S.S. Medvetsky

Витебский государственный технологический университет (Республика Беларусь)  
Vitebsk State Technological University (Republic of Belarus)  
E-mail: kolbasnikowa2018@yandex.by, skobova-nv@mail.ru, msss1974@yandex.by

**Разработаны трикотажные полотна из полиэфирных нитей Thermo. Проведены исследования водопоглощающих свойств трикотажных полотен до и после влажно-тепловой обработки, рассчитан коэффициент остаточной влаги.**

**Ключевые слова:** полые нити, влажно-тепловая обработка, трикотажное полотно.

**Knitted fabrics from thermo polyester threads have been developed. The water-absorbing properties of knitted fabrics were studied before and after wet-heat treatment, the coefficient of residual moisture was calculated.**

**Key words:** hollow threads, wet heat treatment, knitted fabric.

Термофизиологические свойства текстиля в значительной степени определяют перенос тепла, паров влаги и жидкой влаги от кожи к окружающей среде через одежду и, следовательно, имеют решающее значение для обеспечения комфортного микроклимата для человека. Слой одежды, надеваемый рядом с кожей, должен обладать двумя важными свойствами: первое и главное свойство – впитывать пот с поверхности кожи, а второе свойство - переносить влагу в атмосферу и обеспечивать комфорт владельцу. Диффузия и впитывание – это два способа, с помощью которых влага попадает в атмосферу. Градиент концентрации является движущей силой, которая вызывает диффузию влаги из области высокой концентрации в область низкой концентрации. Впитывание включает в себя движение жидкой влаги в пустотах между волокнами в нити и на него в значительной степени влияет удержание жидкости в пустотах. Тепловые свойства наряду с воздухопроницаемостью и способностью трикотажных полотен к высыханию одинаково важны для определения общего комфорта человека. Термостойкость и теплопоглощающая способность – объективная мера ощущения тепла и прохлады при кратковременном первоначальном контакте трикотажа с кожей определяет область применения трикотажа. На термофизиологические свойства текстиля влияют несколько параметров волокна, пряжи и трикотажа. Термостойкость текстильных материалов определяется не только теплопроводностью волокна, но и в значительной степени зависит от толщины трикотажного полотна. Другими факторами, которые оказывают влияние, являются плотность упаковки структуры трикотажного полотна и тонкость нитей. Объемные свойства трикотажных полотен, в частности толщина и пористость, влияют на воздухопроницаемость и способность тканей к высыханию. На пропускание и впитывающие свойства одежды влияют свойства волокна, структурные параметры нитей и трикотажа, химическая обработка. Многие параметры, такие как тип волокна, состав, количество волокон в поперечном сечении нити и конфигурация волокон в нити, определяют впитывающие свойства материалов. Определяющими факторами для свойств переноса жидкости являются толщина и свободная поверхностная энергия, а также размер и форма волокон.



Увеличение мирового выпуска полиэфирных текстильных нитей, как гладких, так и текстурированных, сопровождается интенсивными разработками, направленными на существенное улучшение потребительских свойств текстиля, например, повышение воздухопроницаемости, объемности, снижение материалоемкости, создание особых поверхностных эффектов, улучшающих эстетическое восприятие полиэфирных материалов и т.д. Основным направлением расширения ассортимента химических волокнистых материалов является не столько разработка новых видов полимеров, сколько модификация уже существующих с целью придания им новых свойств.

Изменение и улучшение ряда потребительских свойств может быть достигнуто методами физической модификации. В мировой практике особое внимание уделяется таким направлениям, как получение гладких и текстурированных полиэфирных нитей с некруглым поперечным сечением, различного рода комбинированных нитей путем сложения элементарных нитей различной структуры [1].

Проведены исследования процесса влагопереноса при сушке в естественных условиях трикотажных материалов, полученных из полых нитей, до и после влажно-тепловой обработки.

Целью экспериментальных исследований – оценить влияние тепловой обработки материала на водопоглощающие свойства материала.

Нарабатывались образцы трикотажных материалов переплетением интерлок из полиэфирных нитей Thermo (табл. 1) [2].

Таблица 1

Физико-механические показатели полиэфирных нитей Thermo

Свойства	Показатели нитей Thermo
Номинальная линейная плотность, текс	16,7
Фактическая линейная плотность, текс	16,7
Число филаментов	96
Удельная разрывная нагрузка, мН/текс	441
Удлинение, %	22,4
Степень извитости, %	23

Часть образцов подвергалась влажно-тепловой обработке при температуре 160°C. Подготовленные к испытаниям образцы испытывали на скорость испарения влаги с поверхности полотна, для этого на образец капали жидкость определенного объема и снимали показания изменяющегося веса образца в течение 100 минут. По результатам замеров проводят расчет содержания остаточной влаги  $W_{ост}$ . Результаты исследований представлены на рис. 1 [3].

Тепловая обработка способствовала проявлению усадочных свойств трикотажных полотен, за счёт чего масса образца увеличилась, произошла стабилизация структуры, полотно приобрело формоустойчивость. Тепловая обработка способствовала уплотнению структуры, значительно уменьшаются сквозные поры, снижается пористость материала. Все это привело к увеличению времени сушки, процент содержания остаточной влаги у термообработанного образца возрос на 50% от первоначального.

Полученные результаты исследований необходимо учитывать при расчете теплового сопротивления готовых изделий, полученных из данного вида материалов.

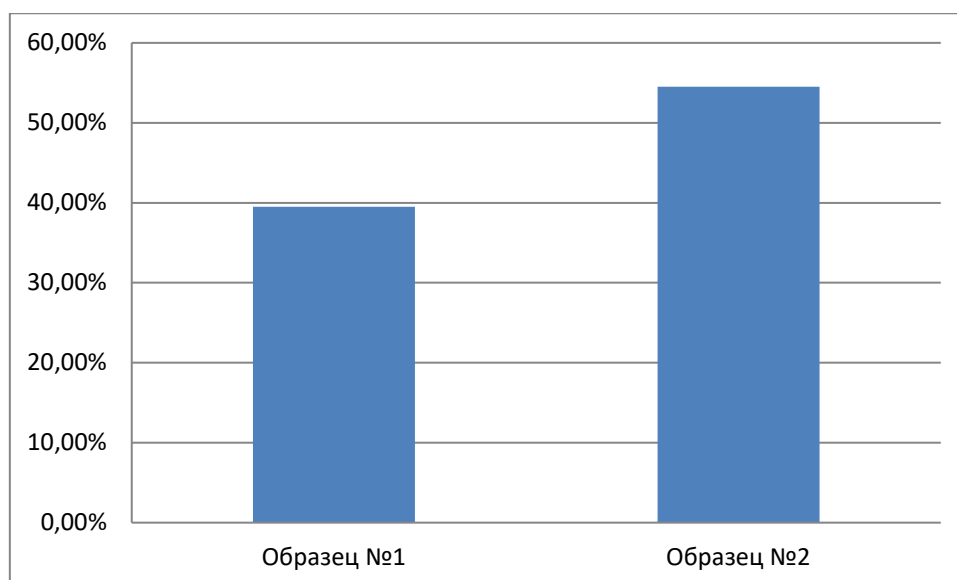


Рис. 1. Процент содержания остаточной влаги в образцах №1- до термообработки, №2 – после термообработки

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Разработка и исследование процессов модификации полиэфирных текстильных нитей на стадиях формования и вытягивания [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.dissercat.com/content/razrabotka-i-issledovanie-protsessov-modifikatsii-poliefirnykh-tekstilnykh-nitei-na-stadiyak>. – (дата обращения: 29.09.2022).
2. ОАО «СветлогорскХимволокно» [Электронный ресурс]. – Режи доступа: <https://www.sohim.by/>[https://www.sohim.by.](https://www.sohim.by/) – (дата обращения 28.09.2022).
3. Исследование кинетики сушки функциональных нитей в естественных условиях / А.В. Сохова, А.Е.Даниленко, Н.В. Скобова, Н.Н.Ясинская // Материалы докладов 54-й международной научно-технической конференции преподавателей и студентов. В двух томах. – Витебск., 2021. - Т.1. – С.280-283.

## ОЦЕНКА ВЕЛИЧИНЫ КИСЛОРОДНОГО ИНДЕКСА ТКАНЕЙ ИЗ ПРИРОДНЫХ ЦЕЛЛЮЛОЗНЫХ ВОЛОКОН

### ESTIMATION OF THE VALUE OF THE OXYGEN INDEX OF TISSUES FROM NATURAL CELLULOSE FIBERS

В.Г. Спиридонова, О.Г. Циркина  
V.G. Spiridonova, O.G. Cirkina

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России  
Ivanovo Fire Rescue Academy of State Firefighting Service of Ministry of Russian Federation for  
Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters  
E-mail: nika.spiridonowa@yandex.ru, ogtsirkina@mail.ru

Рассмотрена возможность применения метода определения величины кислородного индекса для текстильных материалов из природных целлюлозных волокон. Установлена зависимость между значением кислородного индекса и поверхностной плотностью хлопко-льняных тканей. Показаны достоинства метода определения кислородного индекса в рамках оценки пожароопасных свойств текстильных материалов.

**Ключевые слова:** текстильные материалы, брезент, пожароопасные свойства, кислородный индекс.

The possibility of applying the method for determining the value of the oxygen index for textile materials from natural cellulose fibers is considered. The relationship between the value of the oxygen index and the surface density of cotton-linen fabrics has been established. The advantages of the method for determining the oxygen index in the framework of assessing the fire hazard properties of textile materials are shown.

**Keywords:** textile materials, tarpaulin, fire hazardous properties, oxygen index.

Для определения возможности применения тканей в тех или иных целях все чаще прибегают к использованию универсальных характеристик пожарной опасности, применяемых для широкого спектра веществ и материалов. Таким показателем является кислородный индекс (КИ), определяющий минимальную концентрацию кислорода в струе смеси с азотом, которая будет поддерживать пламенное горение образца. Кислородный индекс позволяет оценить степень горючести летучих продуктов распада полимера, влияние строения и состава текстильного материала на его воспламеняемость. На значения кислородного индекса оказывает влияние масса испытуемого материала, температура, влажность окружающей среды и другие параметры.

Величина кислородного индекса некоторых волокон определена и является справочным значением: акриловые волокна – 18,2 %; хлопковые волокна – 18,4 %; триацетатные волокна – 18,4 %; вискозные волокна – 18,6 %; полиэфирные волокна – 20,6 %; шерстяные волокна – 25,6 %. Наиболее термостойкими из синтетических волокон являются арамидные волокна, для них значение кислородного индекса достигает 50 % [1]. Для льняных волокон справочная величина кислородного индекса составляет 17 % [2]. Вместе с тем, значение кислородного индекса тканей, в состав которых входят указанные волокна, определено не для всех материалов.

Известно, что между величиной кислородного индекса хлопчатобумажных текстильных материалов и их поверхностной плотностью существует прямо пропорциональная зависимость [3]. В качестве объекта данного исследования была выбрана хлопко-льняная ткань технического назначения «брезент» различной поверхностной плотности – 280, 380, 500 и 580 г/м<sup>2</sup>.

Испытания проводились в соответствии с ГОСТ 12.1.044-89 «Система стандартов безопасности труда. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения» [4]. Схема установки для определения кислородного индекса представлена на рис. 1 [5].

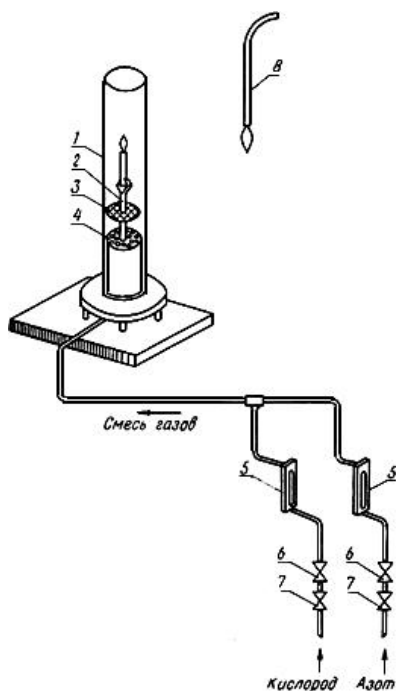


Рис. 1. Схема установки для определения кислородного индекса, где 1 – прозрачная кварцевая труба; 2 – держатель для жестких образцов; 3 – проволочная сетка; 4 – стеклянные шарики; 5 – средства измерения (ротаметры); 6, 7 – вентили запорные игольчатые; 8 – горелка с наконечником для подачи пламени

Результаты определения кислородного индекса для текстильного материала «брезент» представлены в табл. 1.

Таблица 1

Результаты определения кислородного индекса текстильного материала «брезент» различной поверхностной плотности

Текстильный материал	Поверхностная плотность, г/м <sup>2</sup>	Величина кислородного индекса, %
брезент	280	20,2
	380	21,5
	500	22,2
	580	22,8

Результаты испытаний свидетельствуют о том, что с увеличением поверхностной плотности хлопко-льняного текстильного материала «брезент» возрастает значение кислородного индекса. Такая зависимость связана с наличием кислорода между волокнами в структуре материала: при низкой поверхностной плотности материала в межволоконном пространстве содержится большее количество кислорода воздуха, которое способствует более быстрому распространению пламени. У тканей с более высокой поверхностной плотностью кислорода воздуха в межволоконном пространстве меньше, поэтому процесс горения материала идет медленнее.

Полученные значения кислородного индекса для «брезента» были соотнесены с данными для тканей из хлопковых волокон «миткаль» (поверхностная плотность 103 г/м<sup>2</sup>), «бязь» (поверхностная плотность 140 г/м<sup>2</sup>), «авизент» (поверхностная плотность 393 г/м<sup>2</sup>).

Общие результаты испытаний на кислородный индекс для текстильных целлюлозосодержащих материалов различной поверхностной плотности представлены на рис. 2.

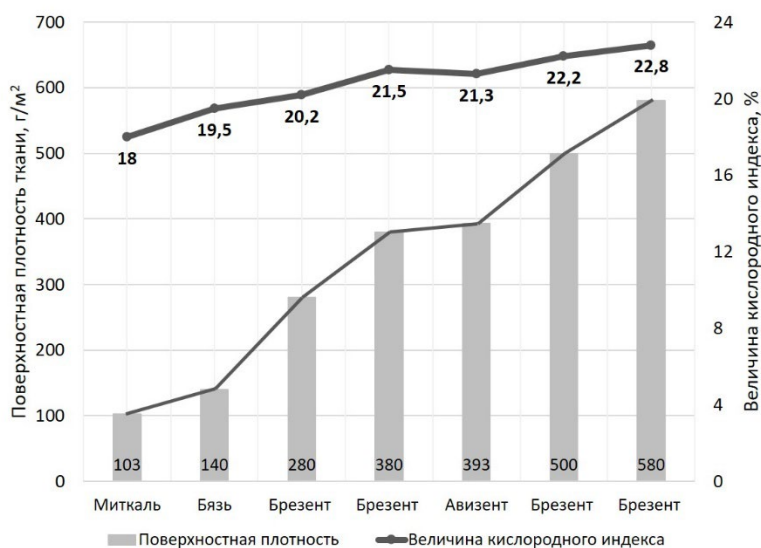


Рис. 2. Результаты определения кислородного индекса целлюлозосодержащих текстильных материалов в зависимости от поверхностной плотности

Данные рис. 2 показывают, что на величину кислородного индекса также оказывает влияние соотношение различных волокон в материале (хлопковых и льняных). Об этом свидетельствует тот факт, что «авизент», состоящий только из хлопкового волокна, «выбивается» из прямо пропорциональной зависимости КИ для хлопко-льняного «брезента».

Кислородный индекс является важным показателем, характеризующим материалы с точки зрения пожарной опасности. На основании величины кислородного индекса можно сделать вывод о возможности пламенного горения материала при определенной концентрации кислорода и оценить необходимость применения огнезащиты.

Достоинствами кислородного индекса являются его наглядность, так как конечный результат испытаний выражается в численном виде в процентах, и универсальность, так как кислородный индекс используется для широкого спектра материалов. Несмотря на это, в настоящее время в нормативных правовых актах и нормативных документах отсутствует классификация текстильных материалов по пожарной опасности в зависимости от величины КИ.

Результаты экспериментального определения кислородного индекса для текстильных материалов из натуральных волокон различной поверхностной плотности показали, что между величиной кислородного индекса и поверхностной плотностью материала существует прямо пропорциональная зависимость. Для расчета значения кислородного индекса тканей из природных целлюлозных волокон в зависимости от их поверхностной плотности могут использоваться методы статистического анализа, что позволит избежать постановки материало- и трудоемкого эксперимента.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Терминологический словарь одежды: ок. 2000 слов / под ред. Л.В. Орленко. М.: Легпромбытиздат, 1996. 344 с.
2. Монахов В.Т. Методы исследования пожарной опасности веществ. М.: Химия, 1972. 414 с.
3. Использование методов термического анализа для оценки пожароопасных свойств текстильных материалов из целлюлозных волокон / В.Г. Спиридонова [и др.] // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. 2020. № 5 (389). С. 92–97.

4. ГОСТ 12.1.044-89 (ИСО 4589-84). Система стандартов безопасности труда. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения. М.: Стандартинформ, 2006. 100 с.
5. ГОСТ 21793-76. Пластмассы. Метод определения кислородного индекса. М.: Издательство стандартов, 1976. 14 с.

**РАЗРАБОТКА СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ ИМИТАЦИОННОЙ БЛОЧНОЙ МОДЕЛИ  
ДЛЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ ОПТИМИЗАЦИИ НИТИ С ПОМОЩЬЮ СИСТЕМЫ  
БЛОЧНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ SIMULINK**

**DEVELOPMENT OF THE STRUCTURAL DIAGRAM OF THE SIMULATION BLOCK  
MODEL FOR THE GEOMETRIC OPTIMIZATION OF A FIBRE WITH THE HELP OF  
THE SIMULINK BLOCK SIMULATION SYSTEM**

И.А. Суворов<sup>1</sup>, С.В. Ершов<sup>2</sup>, В.Б. Кузнецов<sup>2</sup>, Е.Н. Калинин<sup>2</sup>  
I.A. Suvorov<sup>1</sup>, S.V. Ershov<sup>2</sup>, V.B., Kuznetsov<sup>2</sup>, E.N. Kalinin<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ивановский государственный химико-технологический университет

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

<sup>1</sup>Ivanovo State University of Chemistry and Technology

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

E-mail: suvorov@live.it, ershovsv.iv@yandex.ru, kuznetsovtex@gmail.com, enkalini@gmail.com

В работе представлены результаты разработки структурной схемы имитационной модели для оптимизации нитей в элементарной периодической ячейки полимерного композитного материалов с помощью системы блочного моделирования Simulink.

**Ключевые слова:** концептуальные направления метода модельно-ориентированного проектирования, твердотельное моделирование, принципы динамического моделирования сложных технических систем, синтез структурной геометрии волокнистой, армирующей полимерного композита, вычислительный комплекс, глобальные переменные, этапы численного синтеза композита.

The paper presents the results of the development of a block diagram of a simulation model for optimizing threads in an elementary periodic cell of polymer composite materials using the Simulink block modeling system.

**Key words:** conceptual directions of the model-based design method, solid-state modeling, principles of dynamic modeling of complex technical systems, synthesis of the structural geometry of a fibrous reinforcing polymer composite, computing complex, global variables, stages of numerical synthesis of a composite.

Целью работы является разработка программного модуля для геометрической оптимизации деталей элементарной периодической ячейки полимерного композитного материалов с помощью системы блочного моделирования Simulink, формирующей основу дальнейшего исследования тканой армирующей структуры полимерного композитного материала.

Ранее нами рассмотрены актуальность разработки (применения) [1] и перспективы использования [2] полимерных композитных материалов (ПКМ). Теоретически обоснованные и точные результаты численного синтеза композитной системы зачастую основываются на недостоверной информации, полученной на основе результатов невозпроизводимых экспериментальных аналитических действий. Основываясь на принципах формирования композитных структур, отражающих их функциональные характеристики, отметим три этапа.

Первый этап – геометрический, обуславливающий формирование армирующей компоненты прототипа изделия, а именно синтез 3D-модели структур. В основе геометрического синтеза структурной геометрии волокнистой армирующей компоненты по заданным параметрам заложено технология твердотельного моделирования полимерной волокнистой армирующей структуры с возможностью оптимизация её геометрических параметров по заданной топологии тканого полотна, реализуемое на основе вычислительных процедур программного комплекса [3] и ключевые переменные, получаемые средствами системы, в основу которого заложены принципы динамического моделирования сложных технических систем, реализующего принципы (метод) модельно-ориентированного проектирования [4].

С целью реализации возможности оптимизации топологии структурных параметров геометрической модели могут быть использованы глобальные управляющие переменные, объединяющие заданные размеры модели посредством системы математических уравнений [3].

Второй этап – исследование возможности математического описания моделируемой элементарной периодической ячейки, с линзовидным поперечным сечением нити. В ходе анализа геометрической структуры нити, нами выбрана модель с линзовидным поперечным сечением так как данная модель имеет более точное математическое описание и соответствие реальной тканой структуре, поэтому через данные уравнения можно получить математическое описание для других видов моделей армирующих структур [3].

$$\left. \begin{aligned}
 p_1 &= (l_2 - D_2\theta_2) \cos\theta_2 + D_2\sin\theta_2; \\
 h_2 &= (l_1 - D_1\theta_1) \sin\theta_1(1 - \cos\theta_1); \\
 D_1 &= 2R_2 + b_1; \\
 a_2 &= 2d_2 + \sin\theta_1; \\
 b_2 &= 2d_2 + \cos\theta_1; \\
 e_2 &= a_1/b_1; \\
 \sin\phi_1 &= 2e_1/(1 + e_1^2); \\
 h_1 + h_2 &= b_1 + b_2; \\
 l_2 &= D_1\theta_1,
 \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

В результате ряда математических преобразований нами получена система нелинейных уравнений, имеющая вид:

$$\left. \begin{aligned}
 p_2 &= (l_1 - D_1\theta_1) \cos\theta_1 + D_1\sin\theta_1; \\
 h_1 &= (l_1 - D_1\theta_1) \sin\theta_1 + D_1(1 - \cos\theta_1);
 \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

где:  $h_1, h_2$  - высота нитей основы и утка;  $a_1, b_1$ — высота линзовидного сечения нити/ширина линзовидного сечения нити;  $D$  – сумма диаметров нитей основы и утка;  $d_1, d_2$ - диаметры нитей основы и утка соответственно;  $p_1, p_2$  – расстояние между нитями основы и уточной нити соответственно;  $l_1, l_2$  - длины нитей основы и утка;  $\theta_1, \theta_2$  - углы плетения нитей основы и утка,  $e$  – степень смятия нити. Индексы ‘1’ и ‘2’ в приведенных выше переменных относятся к деформации основы и утка соответственно.

Третий этап – разработка программного средства, применяемого для расчета глобальных управляющих переменных, в качестве среды для разработки и реализации модели нами использована система MATLAB [5]. В среде MATLAB нами создан программный блок, в который заложены ключевые функции программы, среди которых можно отметить: ввод ключевых данных, запуск имитационной модели и экспорт полученных результатов в файл базы данных [6].

Для, динамического моделирования использовалась программное окружение Simulink. Simulink — это среда графического программирования для моделирования и анализа многодоменных динамических систем. Выбор программного окружения Simulink обусловлен тесной интеграцией со средой MATLAB, а также возможностью моделирования и симуляций на системном уровне, что позволяет проводить всестороннее – исследование разрабатываемой структурной схемы в единой среде проектирования [7-8].



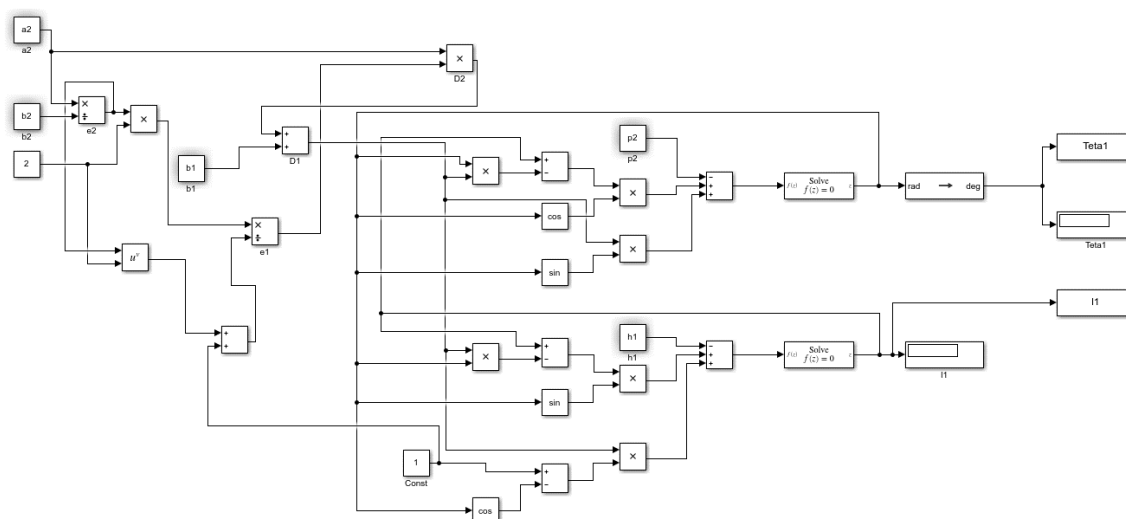


Рис. 2. Имитационная модель Simulink

На третьем этапе получена имитационная блочная модель Simulink, состоящая как из ключевых пиктограмм блоков переменных, так и пиктограмм блоков выполняемых математических операций осуществляющая решение системы уравнений для элементарной периодической ячейки, с линзовидным поперечным сечением нити. Пиктограммы блоков объединены связаны соединительными линиями – связями, после решения системы данные поступают в блок отображения одновременно с блоком переменной. Данные переменной автоматически передаются в среду MATLAB, в качестве решения системы. В среде MATLAB происходит формирование базы данных и исследование точности разработанных алгоритмов расчета.

Таким образом, разработанная схема имитационной блочной модели для геометрической оптимизации нити с помощью системы блочного моделирования Simulink выполняет обработку заданных параметров и вычисление основных параметров нитей.

В результате работы нами решена задача по разработке математических алгоритмов расчета геометрических моделей тканой структуры, учитывающих достаточное количество структурных характеристик элементарной периодической ячейки для точного воспроизведения ее геометрии.

*Работа выполнена при поддержке Гранта РФФИ по проекту 20-43-370007 p\_a\_ Ивановская область: «Развитие научных основ прогнозирования функциональных и конструкционных параметров синтезируемых полимерных волокнистых композитных систем».*

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Синтез 3D-модели тканой армирующей структуры текстильного композита средствами методологии численного объектно-ориентированного моделирования. //Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. – 2021, №1.
2. Rafael C. Gonzalez, Richard Eugene Woods, Steven L. Eddins, Digital Image Processing Using MATLAB, Dorsing Kindersley, 2004, 620 p.
3. Сайт пользователей системы Matlab. [Электронный ресурс]. – <http://matlab.exponenta.ru>
4. Ершов С.В., Калинин Е.Н., Кузнецов В.Б., Никифорова Е.Н. Определение угла армирования плетеных преформ методом анализа изображений // Вестник Череповецкого государственного университета. 2017. №4(79). С. 14 - 20 (<https://elibrary.ru/item.asp?id=29800725>)
5. Бобков, С. П. Имитационное моделирование системы массового обслуживания с целью анализа ее работы / С. П. Бобков, И. А. Астраханцева, В. С. Волков // Современные наукоемкие технологии. Региональное приложение. – 2021. – № 3(67). – С. 58-62. – DOI

10.6060/snt.20216703.0008. – EDN TZQQYN.

6. Бобков, С. П. Применение системного подхода при разработке математических моделей / С. П. Бобков, И. А. Астраханцева, Э. Г. Галиаскаров // Современные наукоемкие технологии. Региональное приложение. – 2021. – № 1(65). – С. 66-71. – DOI 10.6060/snt.20216501.0008. – EDN KOXZWY.

7. Astrakhantseva, I. A. Randomized C/C++ dynamic memory allocator / I. A. Astrakhantseva, R. G. Astrakhantsev, A. V. Mitin // Journal of Physics: Conference Series : 2, Moscow, 01 июля 2021 года. – Moscow, 2021. – P. 012006. – DOI 10.1088/1742-6596/2001/1/012006. – EDN POZQDG.

8. Bobkov, S. P. The use of multi-agent systems for modeling technological processes / S. P. Bobkov, I. A. Astrakhantseva // Journal of Physics: Conference Series : 2, Moscow, 01 июля 2021 года. – Moscow, 2021. – P. 012002. – DOI 10.1088/1742-6596/2001/1/012002. – EDN ZXPPKV.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЖЕСТКОСТИ ХЛОПЧАТОБУМАЖНОЙ ПРЯЖИ ПРИ ИЗГИБЕ DETERMINATION OF THE BENDING RIGIDITY OF COTTON YARN

В.Г. Сучков, Т.И. Полякова  
V.G. Suchkov, T.I. Polyakova

Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина  
(Технологии. Дизайн. Искусство) (Москва)  
The Kosygin State University of Russia (Moscow)  
E-mail: suchkov.vasily@yandex.ru

В данной статье рассмотрен метод определения жесткости нити при изгибе, который включает подготовку образцов и проведение испытаний, а также расчет искомого параметра по результатам измерений. Приведено описание испытаний и расчета жесткости при изгибе на примере хлопчатобумажной пряжи.

**Ключевые слова:** хлопчатобумажная пряжа, волокно, кручение, жесткость, изгиб.

This article discusses a method for determining the bending stiffness of a thread, which includes the preparation of samples and testing, as well as the calculation of the desired parameter from measurement results. The description of tests and calculation of bending stiffness is given on the example of cotton yarn.

**Key words:** cotton yarn, fiber, torsion, stiffness, bending.

Вопросами теоретического и экспериментального определения жесткости нитей занимались многие российские и зарубежные ученые, были разработаны установки и способы определения жесткости нитей и полотен [1, 2]:

- прибор для определения жесткости текстильных материалов по величине затрачиваемой работы на его изгиб (В. М. Лазаренко, Н. Е. Фрейдман);
- способ, заключающийся в изгибании элемента относительно цилиндрического тела и приложении растягивающего усилия к сходящим с цилиндрического тела ветвям гибкого элемента (И. Г. Цитович, В. М. Каган, А. М. Пиотровский). При этом жесткость элемента на изгиб определяют по величине максимального отклонения ветви элемента от касательной к поверхности цилиндрического тела;
- способ, основанный на применении методов одиночного и двойного маятников Села для измерения жесткости одиночного волокна (Оуэн, Клейтон, Пирс).

При изучении жесткости текстильных материалов чаще всего встречается следующая задача: нить длиной  $l$  сплошного круглого сечения диаметра  $d$ , защемленная одним концом, изгибается силой  $P_l$  на другом конце. Далее по известным из опыта величинам силы, прогиба и длины вычисляется жесткость. Такой способ применяется для малых перемещений и углов поворота, но для текстильных нитей взаимные перемещения частей нити не малы. Поэтому определение жесткости пряжи или нити должно быть основано на уравнении упругой линии в больших перемещениях [2].

Изгибающий момент внутренних усилий  $M$  пропорционален кривизне нити:

$$M = H\kappa \quad (1)$$

где  $H$  – жесткость нити при изгибе,  $\text{сН}\cdot\text{мм}^2$ ;  $\kappa$  – кривизна нити.

Точное значение кривизны определяется формулой:

$$\kappa = \frac{d\vartheta}{ds}, \quad (2)$$

где  $s$  – длина дуги упругой линии, отсчитанная от начальной точки.

Тогда уравнение равновесия упругой линии при больших перемещениях записывается в форме:

$$\frac{d\vartheta}{ds} = \frac{M}{H}. \quad (3)$$

На рис. 1 показана упругая линия, полученная при изгибе закрепленной консольной нити [3]. На свободном конце приложена сосредоточенная сила  $P$ , перемещающаяся при изгибе поступательно, сохраняя перпендикулярность к первоначальной прямоугольной оси. По всей длине дуги упругой линии приложена распределенная силовая нагрузка  $q(s)$ , обусловленная весом нити. Система координат  $xu$  ориентирована по касательной и нормали к упругой линии в заделке, система  $x'y'$  ориентирована по направлению силы, приложенной в начальной точке  $O$ .

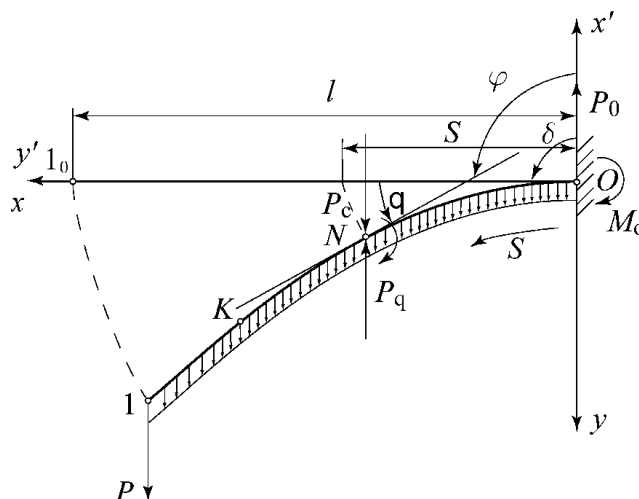


Рис. 1. Упругая линия, полученная при изгибе нити

Уравнение упругой линии в безразмерной форме с учетом действия распределенной силы  $q$  и сосредоточенной силы  $P$  [4]:

$$\frac{d^2\vartheta}{ds^2} = -\frac{Pl^2}{H} \sin\left(\vartheta + \frac{\pi}{2}\right) - \frac{ql^3s}{H} \left(\vartheta + \frac{\pi}{2}\right), \quad (4)$$

где  $s = \frac{s^*}{l}$ , где  $s^*$  – текущая длина дуги упругой линии,  $l$  – длина нити.

Решение дифференциального уравнения (4) находят в виде  $\vartheta = \vartheta(s)$ . Координаты концевой точки 1 определяются формулами:

$$x_1 = l \int_0^l \cos \vartheta(s) ds, \quad y_1 = l \int_0^l \sin \vartheta(s) ds. \quad (5)$$

Граничные условия: в точке  $O$  –  $\vartheta_0 = 0$  при  $s = 0$  и в точке 1 – кривизна  $\left(\frac{d\vartheta}{ds}\right)_1 = 0$  при  $s = l$ .

Таким образом, жесткость можно рассчитать, исходя из системы уравнений, при известных значениях  $x$  и  $y$ . Поэтому расчетно-экспериментальный метод определения жесткости реальной нити заключается в подготовке образца нитей с пластиной на конце, измерении прогиба нитей по рассмотренной модели и расчете системы уравнений [4, 5].

Для проведения испытаний были подготовлены образцы хлопчатобумажной пряжи линейной плотности 31,5 текс: на полученную полоску нитей, подготовленную на мотовиле, были наклеена рамка из плотной бумаги. После высыхания клея полоска нитей была обрезана так, чтобы концы нитей не выступали за контур рамки. Непосредственно перед испытанием боковые стороны рамки, не скрепленные с нитями, обрезаются.

Образец, зажаты за широкую полоску в горизонтальном зажиме, был сфотографирован (рис. 2). Для устранения влияния собственного изгиба нитей производится повторное фотографирование образца после его переворота верхней стороной вниз.

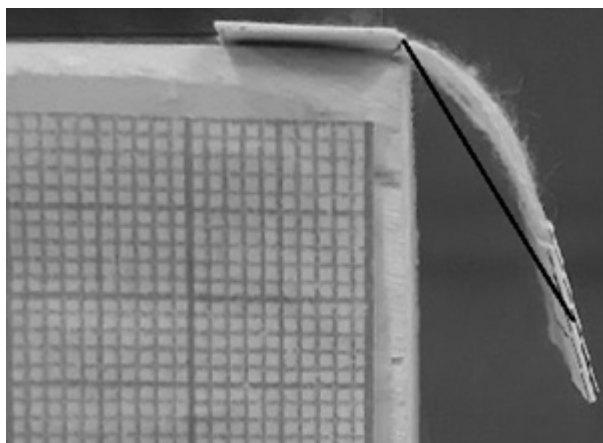


Рис. 2. Подготовленный и зажатый образец

После этого от образца отрезается зажимаемая полоска и оставшаяся часть образца взвешивается на торсионных весах. Результаты взвешивания заносятся в таблицу. Средние значения параметров, необходимых для расчета (для 12 образцов с повторным фотографированием каждого образца):

- вес нитей 0,017 сН;
- сосредоточенная нагрузка 0,145 сН;
- длина нитей 15 мм;
- длина полоски 10 мм;
- количество нитей 30;
- величина прогиба свободного конца нити 11,58 мм.

Расчет жесткости проводился в среде Mathcad с помощью системы уравнений, включающей формулы (4) и (5), а также эллиптические интегралы [4, 5]. В результате расчета жесткость совокупности нитей составила 53,43 сН\*мм<sup>2</sup>. Таким образом, жесткость  $H$  хлопчатобумажной пряжи 31,5 текс при изгибе равна 1,78 сН\*мм<sup>2</sup>.

При известном значении  $H$  можно рассчитать модуль упругости. Полученные величины позволят исследовать поведение хлопчатобумажной пряжи при формировании ткани с учетом деформированного состояния.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Полякова, Т.И. Проектирование технологии кулирного трикотажа из текстильно-металлических нитей [Текст]: дис. на соискание ученой степени канд. техн. наук / Т.И. Полякова – М., 2008. – 163 с.
2. Попов Е. П. Теория и расчет гибких упругих стержней. – М.: Наука, 1986. – 296 с.
3. Скуланова Н.С., Полякова Т.И., Голайдо С.А., Сучков В.Г., Короткова А.И. Особенности расчета жестких упругих нитей применительно к льняной пряже // «Современные инженерные проблемы ключевых отраслей промышленности». «Современные задачи инженерных наук». Сборник научных трудов Международного научно-технического симпозиума и III Международного Косыгинского Форума. – М., 2021. – С. 111-115.
4. Щербаков В.П. Прикладная и структурная механика волокнистых материалов: монография. – М.: «Тисо Принт», 2013. – 304 с.
5. Щербаков В.П., Дмитриев О.Ю., Цыганов И.Б., Скуланова Н.С., Попова Е.Р. Теоретические основы и экспериментальное определение жесткости нити при кручении и изгибе // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. – 2013. – № 1 (343). – С. 156-161.

## ОЦЕНКА ПРОЧНОСТИ ФИКСАЦИИ $\beta$ -ЦИКЛОДЕКСТРИНОВ НА ХЛОПЧАТОБУМАЖНОМ ВОЛОКНЕ

### EVALUATION OF THE STRENGTH OF $\beta$ -CYCLODEXTRINS FIXATION ON COTTON FIBER

А.А. Токарева, З.А. Асхабова, Е.Л. Владимирцева  
A.A. Tokareva, Z.A. Askhabova, E.L. Vladimirtseva

Ивановский государственный химико-технологический университет  
Ivanovo State University of Chemistry and Technology  
E-mail: tokareva087@yandex.ru

Оценивается возможность применения известных методик определения содержания циклодекстринов в растворе для использования их на волокнистых материалах. Выбраны оптимальные варианты оценки эффективности закрепления  $\beta$ -циклодекстрина на целлюлозосодержащих волокнах с использованием красителя Судан III, который является жирорастворимым и фиксируется на целлюлозосодержащем волокне только в присутствии циклодекстрина.

**Ключевые слова:** циклодекстрин; целлюлозосодержащее волокно; Судан III; фенолфталеин

The possibility of using known methods for determining the content of cyclodextrins in solution for their use on fibrous materials is evaluated. The optimal options for evaluating the effectiveness of fixing  $\beta$ -cyclodextrin on cellulose-containing fibers were chosen using the dye Sudan III, which is fat-soluble and is fixed on cellulose-containing fiber only in the presence of cyclodextrin.

**Keywords:** cyclodextrin; cellulose fiber; Sudan III; phenolphthalein

Циклодекстринами (CD) называют макроциклы из олигосахаридов, которые состоят из нескольких молекул глюкозы, соединенные  $\alpha$ -1,4 гликозидными связями. Центр такого кольца гидрофобный, а наружная часть молекулы — гидрофильная. Это свойство позволяет использовать такие молекулы как реагент для перевода гидрофобных молекул в водный раствор, а также защитить от деградации легко разрушающиеся препараты, снизить летучесть компонентов, испаряющихся при комнатной температуре и т.д. Если молекулы циклодекстринов иммобилизовать на поверхности текстильных материалов, то возможно создание продуктов с новыми функциональными свойствами [1,2].

В настоящем исследовании циклодекстрины используются для закрепления на хлопчатобумажном волокне активных веществ (БАВ, АКТ и пр.). В результате это даст возможность защитить препараты от негативного воздействия окружающей среды и пролонгировать их выделение в процессе эксплуатации изделий.

Проблема состоит в том, что и циклодекстрин, и активные вещества бесцветные. Способы контроля закрепления препаратов на материале сложны, трудоемки и требуют аппаратного оформления. Для корректной оценки эффективности закрепления CD на волокне был разработан экспресс-метод, при котором в полость циклодекстрина вводили окрашенные вещества различной химической природы и с помощью спектрофотометра модели YS 3010 оценивали изменение интенсивности окраски материала.

Объектами исследования служили красители Судан III и фенолфталеин (ФФ), традиционно применяемый при качественном анализе на CD. Вещества вводили в концентрации 0,025 г/л в соотношении 1:1 с циклодекстрином. Для проникновения их в полость CD растворы перемешивали в течение 30 мин в условиях термостатирования при комнатной температуре. Анализ проводили на хлопчатобумажной ткани «миткаль».

Методика обнаружения циклодекстрина в растворе с применением ФФ известна и заключается в возможности образования комплекса в системе циклодекстрин-фенолфталеин,

что определяют по изменению оптических характеристик раствора ФФ в щелочной среде при добавлении различного количества циклодекстрина [3].

Для решения поставленной задачи требовалось перенести ее на волокно и оценить количество закрепленного на материале CD. Был проведен ряд экспериментов, в которых варьировались условия и порядок нанесения на волокно растворов, включающих CD и ФФ. В качестве циклодекстринов использовали 2 модификации этого вещества:  $\beta$ -циклодекстрин ( $\beta$ CD) и 2-гидроксипропил- $\beta$ -циклодекстрин (HP $\beta$ CD). Однако, используя в качестве «гостя» фенолфталеин, сложно получить сведения о прочности фиксации «хозяина» на волокне, поскольку после промывки образцы обесцветились. Причиной может быть не только удаление из волокна CD, а также и в том, что фенолфталеин является водорастворимым агентом и легко вымывается из материала. Кроме того, при промывке снижается щелочность и фенолфталеин может просто обесцветиться. В любом случае, это усложняет применение методики с ФФ в качестве экспресс-метода.

Чтобы избежать обесцвечивания или вымывания цветного агента из полости циклодекстрина, для его подцвечивания был выбран жирорастворимый краситель Судан III. Этот краситель нерастворим в воде, не имеет активных центров для фиксации на целлюлозном волокне и, следовательно, может закрепляться на материале только в сочетании с циклодекстрином. Раствор красителя в воде готовился с концентрацией 0,025 г/л в соотношении 1:1 с циклодекстрином. Для проникновения их в полость CD растворы перемешивали в течение 30 мин в условиях термостатирования при комнатной температуре. Поскольку Судан III в воде нерастворим, кроме него в состав подцвечивающего раствора вводили ТВВ: КПАВ; КПАВ 12/14; КПАВ 16/18, а также оксиэтилированное рапсовое масло. Анализ проводили на хлопчатобумажной ткани «миткаль».

По коэффициенту отражения, полученному на спектрофотометре модели YS 3010 рассчитывали интенсивность окраски (K/S) текстильных материалов. По спектрам отражения по компьютерной программе определяли уровень поглощения красителя на волокне и определяли цветовые характеристики - светлоту, насыщенность, цветовой тон. Данные приведены на рис. 1 и в табл. 1.

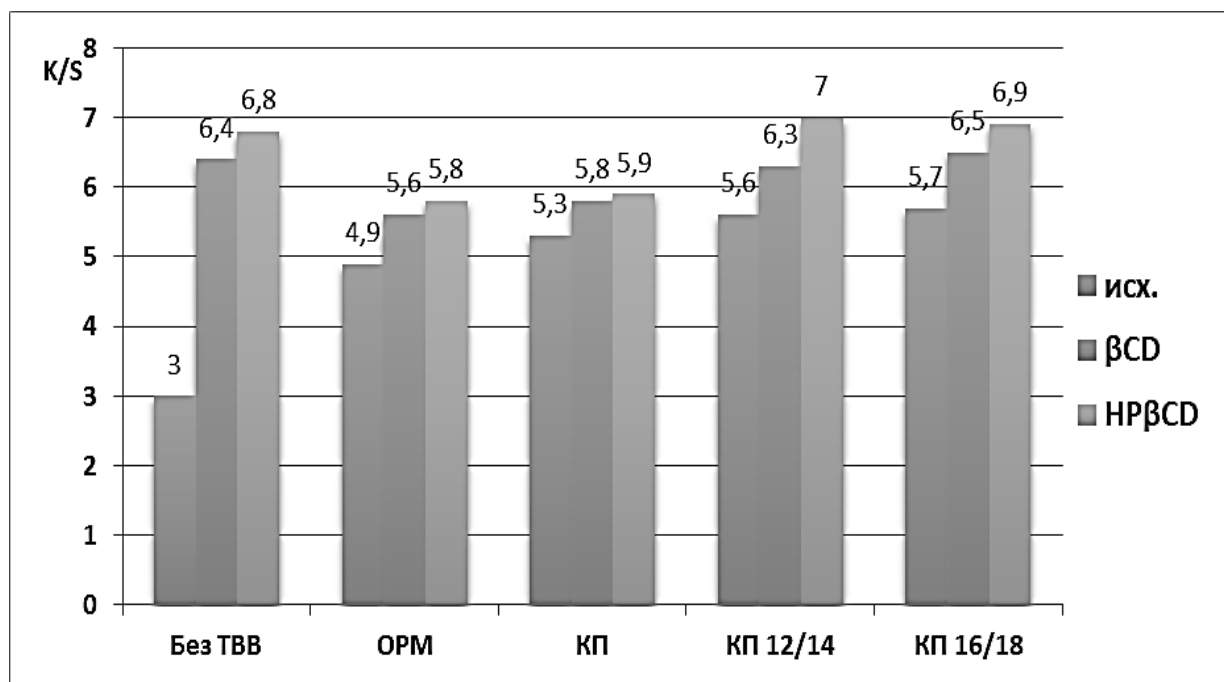


Рис. 1. Интенсивность окраски образцов миткаля, окрашенных красителем Судан III в присутствии CD и ТВВ

Таблица 1

Интенсивность окраски (K/S) и цветовые характеристики образцов, обработанных растворами с CD и Суданом III

1. Судан III + $\beta$ CD / HP $\beta$ CD			
	$H_2O$ + краситель	$\beta$ CD + краситель	HP $\beta$ CD + краситель
Светлота	46,75	43,66	45,62
Насыщенность	44,10	42,03	43,59
Цветовой тон	-123,71	-118,44	-120,44
2. ОРМ + $H_2O$ + $\beta$ CD / HP $\beta$ CD + Судан III			
	$H_2O$ + ОРМ + краситель	$\beta$ CD + ОРМ + краситель	HP $\beta$ CD + ОРМ + краситель
Светлота	42,48	53,04	42,25
Насыщенность	42,04	38,38	40,61
Цветовой тон	-116,01	-120,48	-111,60
3. КПАВ 12/14 + $H_2O$ / $\beta$ CD / HP $\beta$ CD			
	$H_2O$ + катапав + краситель	$\beta$ CD + катапав + краситель	HP $\beta$ CD + катапав + краситель
Светлота	47,15	44,56	43,12
Насыщенность	45,33	42,45	43,57
Цветовой тон	-122,55	-118,78	-120,33
4. КПАВ 16/18 + $H_2O$ / $\beta$ CD / HP $\beta$ CD + Судан III			
	$H_2O$ + катапав + краситель	$\beta$ CD + катапав + краситель	HP $\beta$ CD + катапав + краситель
Светлота	42,73	45,65	44,64
Насыщенность	44,66	47,73	44,49
Цветовой тон	-121,19	-119,14	-123,24
5. КПАВ 12/14 + $H_2O$ / $\beta$ CD / HP $\beta$ CD + Судан III			
	$H_2O$ + катапав + краситель	$\beta$ CD + катапав + краситель	HP $\beta$ CD + катапав + краситель
Светлота	43,75	44,12	43,22
Насыщенность	45,19	46,73	42,67
Цветовой тон	-124,18	-123,42	-123,51

При анализе полученных результатов отметили изменение оттенка образцов, окрашенных в присутствии CD. Однако основным показателем является разница интенсивности окраски образцов, полученных с CD и без него. Отметили, что количество красителя, закрепленное на материале с CD, заметно выше. Присутствие в растворе ТВВ не



играет определяющей роли. Наоборот, контрастность выше, если краситель взаимодействует с циклодекстрином без введения дополнительных веществ. Также было установлено, что образцы с HP $\beta$ CD окрашиваются более интенсивно, чем с  $\beta$ CD. Сравнение интенсивности промытых и непромытых образцов показало, что 2-гидроксипропил- $\beta$ -циклодекстрин прочнее закрепляется на материале, чем  $\beta$ -циклодекстрин.

Результатом исследования стал выбор для дальнейшей работы красителя Судан III, который является жирорастворимым и фиксируется на целлюлозосодержащем волокне только в присутствии циклодекстрина.

*Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ и Департамента экономического развития и торговли Ивановской области в рамках научного проекта № 20-43-370012*

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Циклодекстрины. Итоги науки и техники. Серия Микробиология. Т. 20. Ч. 1. М.: ВИНТИ, 1988. 180с.
2. Szejtli, J. Introduction and general overview of cyclodextrin chemistry // Chemical Review. 1998. V.98. № 5. P. 1743–1754.
3. Чалая Н.Е. Разработка технологии крашения текстильных материалов с использованием циклодекстринов : дис. ... канд. тех. наук : 05.19.02 / Чалая Наталья Евгеньевна. – М.: Моск. гос. текст. ун-т им. А.Н. Косыгина. 2007. 178 с.

## ФОРМИРОВАНИЕ НАНОРАЗМЕРНЫХ ПОКРЫТИЙ НА ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛАХ МЕТОДОМ ПЕЧАТИ

### THE FORMATION OF NANOSIZED COATINGS ON TEXTILE MATERIALS BY THE PRINTING METHOD

А.В. Трегубов, К.А. Ерзунов, А.А. Шibaева, О.И. Одинцова  
K.A. Erzunov, A.V. Tregubov, A.A. Shibaeva, O.I. Odintsova

Ивановский государственный химико-технологический университет  
Ivanovo State University of Chemistry and Technology  
E-mail: erzunovk@mail.ru, odolga@yandex.ru

Описан способ формирования на текстильном материале устойчивых покрытий на основе наночастиц серебра, оксида цинка и оксида графена методом текстильной печати. Представлены результаты испытаний полученных покрытий к сухим и мокрым обработкам. Проведено исследование антибактериальной активности модифицированной ткани с нанесенными наночастицами по отношению к грамположительным и грамотрицательным типам бактерий.

**Ключевые слова:** наночастицы, оксид графена, оксид цинка, наносеребро, антибактериальная активность, функциональные покрытия, текстильные материалы.

A method for forming stable coatings on a textile material based on nanoparticles of silver, zinc oxide, and graphene oxide by textile printing is described. The results of testing the obtained coatings for dry and wet treatments are presented. A study was made of the antibacterial activity of the modified fabric with applied nanoparticles against gram-positive and gram-negative types of bacteria.

**Keywords:** nanoparticles, graphene oxide, zinc oxide, nanosilver, antibacterial activity, functional coatings, textile materials.

В современном мире резко набирают популярность функциональные материалы, обладающие одним или рядом специальных свойств, которые находят свое применение в медицине, промышленности, военной и энергетической сферах деятельности. Ведутся исследования по созданию материалов, проявляющих высокие антибактериальные, гидрофобные, УФ-защитные, проводящие и другие свойства [1]. В частности, одним из направлений создания подобных систем является производство функционального текстиля путем формирования на поверхности текстильного материала специальных покрытий [2]. Функциональный текстиль может быть использован для пошива защитной одежды медицинских работников, военнослужащих, работников космических и атомных станций, специалистов, работающих на опасном производстве.

В современном материаловедении для создания функционального текстиля активно применяются препараты на основе различных наночастиц таких, как частицы оксида титана, оксида цинка, меди, олова, наносеребра и других [3-6]. Использование наночастиц обусловлено их небольшим размером, что позволяет добиться формирования равномерного тонкого покрытия на большой площади поверхности волокнистого материала. Однако часто подобные препараты и покрытия на их основе вымываются и непрочно фиксируются на ткани. Поэтому проводятся исследования, направленные на поиск новых способов нанесения и более прочного закрепления наноразмерных препаратов на текстиле. Одним из возможных способов формирования функциональных покрытий является метод текстильной печати. Метод основан на приготовлении специальной композиции и нанесение ее на ткань через сетчатый шаблон, что позволяет равномерно распределить препарат на поверхности и прочно зафиксировать его.

Настоящая работа посвящена разработке эффективной печатной композиции препаратов на основе наночастиц металлов, неметаллов и их оксидов для формирования устойчивых покрытий на поверхности текстильных материалов.

Для формирования покрытий были опробованы препараты на основе различного типа наночастиц. В работе использовали наночастицы оксида цинка, оксида графена, также наночастицы серебра. Из литературных источников известно, что каждый из этих модификаторов обладает целым комплексом функциональных свойств. В частности, доказано, что они проявляют высокую антимикробную активность по отношению ко многим патогенным микроорганизмам.

Наночастиц серебра были получены по разработанной ранее методике. В качестве исходных веществ использовали нитрат серебра, который в последствии восстанавливали с помощью глуксаля. Для получения устойчивой композиции добавляли в реакционную смесь полигуанидин, как стабилизирующий агент [7]. Концентрацию исходных веществ варьировали для получения наночастиц наименьшего размера.

Поскольку в большинстве случаев для создания защитного текстиля используют материалы из синтетических волокон, в качестве основы текстильной печати выбрали хлопкополиэфирную ткань.

На первом этапе работы главной задачей являлась разработка оптимального состава печатной композиции и нанесение ее на текстильный материал. Одним из основных требований, предъявляемых к печатным составам, служит их относительная вязкость и способность прочно фиксироваться на материале носителя. Для выбора основы печатной композиции опробован ряд загустителей таких, как хитозан, альгинат натрия и метилцеллюлоза в различной концентрации. Установлено, что наиболее устойчивая и равномерная система получается при использовании метилцеллюлозы, поэтому для дальнейшего исследования в качестве загустителя использовали 2%-й раствор метилцеллюлозы (МЦ).

Для более прочной фиксации наночастиц на поверхности использовали акриловое связующее отечественного производства – Рузин 14-и. Концентрацию связующего варьировали от 40 до 80 г/кг. Поскольку частицы цинка и графена не обладают ярко выраженной окраской, дополнительно вносили пигмент в печатную композицию, что позволило визуально оценить вид нанесенного покрытия. Установлено, что покрытия наносятся достаточно равномерно без наличия непропечатанных участков. Для препаратов на основе оксида графена и оксида цинка наблюдаются вкрапления частиц на поверхности ткани. Отпечаток наночастиц серебра был более яркий и четкий, что может быть связано с большей однородностью частиц в синтезированном растворе.

Для анализа устойчивости полученных окрасок к различным воздействиям, которым ткань подвергается в процессе эксплуатации, подвергли образцы хлопкополиэфирной ткани с нанесенным покрытием испытанию к сухому и мокрому трению, а также стандартным испытаниям к стирке №1 и «поту». Устойчивость окрасок к стирке №1 и «поту» исследовали по отношению к исходному образцу. Результаты оценивали по пятибалльной шкале, где 5 – наивысшая оценка. Данные представлены в табл. 1 и 2.

Таблица 1

Влияние состава печатной композиции на прочностные показатели окраски образцов

№	Состав печатной композиции, г/кг	Устойчивость окраски к мокрому трению, баллы	Устойчивость окраски к сухому трению, баллы
1	МЦ; гидрозоль Np-Ag; рузин 14-и 40 (г/кг).	3	4
2	МЦ; гидрозоль Np-Ag; рузин 14-и 60 (г/кг).	3	5
3	МЦ; гидрозоль Np-Ag; рузин 14-и 80 (г/кг).	4-3	5
4	МЦ р-р наночастиц оксида граена; рузин 14-и; зеленый пигмент.	2	5
5	МЦ; р-р Np-ZnO; рузин 14-и; розовый пигмент.	2	5

Как видно из таблицы, прочность покрытий к сухому трению выше, чем к мокрому, что обусловлено удалением части непрочно зафиксированного модификатора с поверхности ткани во время испытания. Для образцов, содержащих наночастицы оксида цинка и оксида графена, наблюдается более низкая устойчивость окрасок к мокрому трению по сравнению с серебросодержащими образцами.

Таблица 2

Влияние состава печатной композиции на прочностные показатели окраски образцов

№	Состав печатной композиции, г/кг	Устойчивость окрасок к «поту», баллы	Устойчивость окрасок к стирке №1, баллы
1	МЦ; гидрозоль Np-Ag; рузин 14-и 40 (г/кг).	5/4	5/4
2	МЦ; гидрозоль Np-Ag; рузин 14-и 60 (г/кг).	5/4	5/5
3	МЦ; гидрозоль Np-Ag; рузин 14-и 80 (г/кг).	5/4	5/4
4	МЦ; р-р наночастиц оксида графена; рузин 14-и; зеленый пигмент.	5/4	5/4
5	МЦ; р-р Np-ZnO; рузин 14-и; розовый пигмент.	5/4	5/4


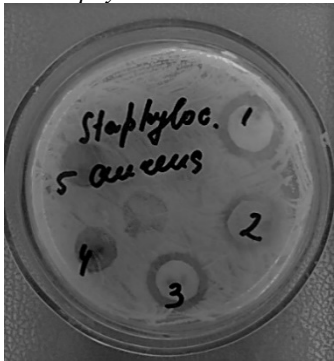
Установлено, что для всех полученных печатных покрытий наблюдается высокая устойчивость к стирке №1 и «поту». Показано, что композиция, включающая коллоидной раствор наночастиц серебра, позволяет получить наиболее устойчивые покрытия при использовании связующего Рузина 14-и (образец №2) в концентрации 60 г/л. При этом светлота получаемых окрасок минимальна по сравнению с образцами №1 и №3, что характеризует высокую интенсивность окраски образца №2.

Как было отмечено, функциональные текстильные материалы с покрытиями на основе наночастиц находят широкое применение во многих областях. Однако на данный момент наиболее востребованными оказываются ткани с антибактериальными и вирулицидными свойствами.

Антибактериальную активность модифицированных хлопчатобумажных тканей исследовали методом дисков. Активность определяли по зоне задержки роста (мм) микроорганизмов вокруг образцов. Использовали несколько групп грамположительных и грамотрицательных культур бактерий таких, как Кишечная палочка (*Escherichia coli*) и Золотистый стафилококк (*Staphylococcus aureus*). Результаты исследования представлены в табл. 3.

Таблица 3

Антибактериальная активность образцов модифицированных наночастицами оксида цинка, оксида графена и наночастицами серебра

Тестовые культуры бактерий	№ образца / характеристика образца	Зона задержки роста бактерий, мм
<p><i>E. coli</i></p> 	1 – МЦ; гидрозоль Np-Ag; рузин 14-и 40 (г/кг).	Бактерицидный эффект / 5
	2 – МЦ; гидрозоль Np-Ag; рузин 14-и 60 (г/кг).	Бактерицидный эффект / 3
	3 – МЦ; гидрозоль Np-Ag; рузин 14-и 80 (г/кг).	Бактерицидный эффект / 4
	4 – МЦ; р-р наночастиц оксида графена; рузин 14-и; зеленый пигмент.	Бактериостатический эффект
	5 – МЦ; р-р Np-ZnO; рузин 14-и; розовый пигмент.	Бактериостатический эффект
<p><i>Staphylococcus aureus</i></p> 	1 – МЦ; гидрозоль Np-Ag; рузин 14-и 40 (г/кг).	Бактерицидный эффект / 3
	2 – МЦ; гидрозоль Np-Ag; рузин 14-и 60 (г/кг).	Бактерицидный эффект / 3
	3 – МЦ; гидрозоль Np-Ag; рузин 14-и 80 (г/кг).	Бактерицидный эффект / 3
	4 – МЦ; р-р наночастиц оксида графена; рузина 14-и; зеленый пигмент;	Бактериостатический эффект
	5 – МЦ; р-р Np-ZnO; рузина 14-и; розовый пигмент.	Бактериостатический эффект

Показано, что все образцы модифицированной хлопкополиэфирной ткани проявляют высокие антибактериальные свойства. Для образцов с покрытиями на основе наночастиц цинка и оксида графена не наблюдается роста бактерий на исследуемой поверхности. Покрытия проявляют бактериостатический эффект. Можно заметить, что при испытании образцов к действию грамположительных бактерий появляется небольшая зона задержки роста микроорганизмов (0,5-1 мм).

Образцы, содержащие наночастицы серебра в составе печатной композиции, проявляют бактерицидный эффект. Среднее значение зоны задержки роста бактерий для кишечной палочки составляет 4 мм, для золотистого стафилококка – 3 мм. Таким образом, антибактериальная активность обработанных материалов по отношению к грамотрицательным бактериям выше, чем к грамположительным. Введение в композицию связующего рузина не оказывает значительного воздействия на антимикробный эффект. Изменение концентрации связующего не приводит к изменению зоны задержки роста микроорганизмов.

На основании проведенных исследований выбрана методика нанесения покрытия и разработан состав печатных композиций. Получены покрытия на основе наночастиц серебра, оксида цинка и оксида графена методом печати. Исследована устойчивость полученных покрытий к мокрым обработкам и трению. Показано, что все исследуемые покрытия являются устойчивыми к сухому трению. Наиболее устойчивыми оказались серебрясодержащие покрытия, содержащие в составе композиции связующее рузин 14-и, 60 г/кг. Модифицированная хлопкополиэфирная ткань проявляет высокую антибактериальную активность. Покрытия, сформированные наночастицами оксида графена и оксида цинка, проявляют бактериостатический эффект тогда, как ткани с нанесением наночастиц серебра проявляют бактерицидную активность.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Дмитриева, А.Д. Синтез и использование наночастиц серебра для придания текстильным материалам бактерицидных свойств / А.Д. Дмитриева, В.А. Кузьменко, О.И. Одинцова // Известия высших учебных заведений. Химия и химическая технология. – 2015. – Т. 58. – №. 8
2. Липина, А.А. Использование наночастиц серебра для придания текстильным материалам бактерицидных свойств / А.А. Липина, А.О. Зайцева, О.И. Одинцова // Известия высших учебных заведений. Технология Текстильной промышленности. - 2018. - №6 - С. 81-85.
3. Allahverdiyev, A. M. Antimicrobial effects of TiO<sub>2</sub> and Ag<sub>2</sub>O nanoparticles against drug-resistant bacteria and leishmania parasites/ A. M. Allahverdiyev, E.S. Abamor, M. Bagirova and M. Rafailovich // Future Microbiol. –2011. N 6 –P. 933–40.
4. Ozgur, U. A comprehensive review of ZnO materials and devices / U. Ozgur, Y. I. Alivov, C. Liu et al. // Journal of Applied Physics. – 2005. – N 4 – V. 98.– P 041301–041404.
5. Pal, S. Does the antibacterial activity of silver nanoparticles depend on the shape of the nanoparticle? A study of the gram-negative bacterium Escherichia coli Appl. / S. Pal, Y. K. Tak, J .M. Song // Environ. Microbiol. –2007. –N 73 – P 1712–20.
6. Liu, S. B. Antibacterial activity of graphite, graphite oxide, graphene oxide, and reduced graphene oxide: membrane and oxidative stress / S. B. Liu, T. H. Zeng, M. Hofmann, E. Burcombe, J. Wei, R. Jiang, J. Kong, Y. Chen // ACS Nano. – 2011. –N 5 –V. 9. – P 6971–6980.
7. Киселева, А. Ю. Бактерицидные текстильные материалы на основе биологически активных препаратов и наносеребра / А. Ю. Киселева, И. А. Шушина, О. В. Козлова, Ф. Ю. Телегин // Известия высших учебных заведений. Технология легкой промышленности. – 2011. – Т. 12. – №. 2. – С. 110-112.

**К АНАЛИЗУ МЕХАНИЗМА СОЕДИНЕНИЯ ПОЛИМЕРНОГО ТОЧЕЧНОГО  
ПОКРЫТИЯ С ПОЛОТНОМ ТРИКОТАЖ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ  
СПОРТИВНОГО ШВЕЙНОГО ИЗДЕЛИЯ**

**TO THE ANALYSIS CONNECTIONS MECHANISM  
POLIMER MATERIAL WITH JERSEY FOR SPORTSWEAR DESIGN**

А.Р. Трифонова, Р.Р. Фаткуллина  
A.R. Trifonova, R.R. Fatkullina

Казанский национальный исследовательский технологический университет  
Kazan National Research Technological University  
E-mail: rimma\_fat@mail.ru, khamasya@mail.ru

**В статье анализируются внешние воздействия на спортивную одежду и материалы для ее изготовления. Приводится теоретическое описание соединения точечного полимерного покрытия с полотном трикотажного материала. Объясняется механизм адгезии проникновением полимера в структуру трикотажа и молекулярным взаимодействием. Даны рекомендации по использованию наиболее подходящих участков для нанесения точечного покрытия полимера на трикотажный материал в частях изделия спортивного назначения.**

**Ключевые слова:** трикотажный материал; спортивная одежда; полимерные материалы; точечное покрытие

**The article analyzes the environment impact on sportswear and materials for its manufacture. The theoretical description of a jersey dotted polymeric coating is given. The mechanism of adhesion is described by the penetration of the polymer into the knitwear and molecular structure. Recommendations are given on the use of the most suitable areas for applying a spot coating of a polymer on a jersey in sportswear details.**

**Keywords:** jersey; sportswear; polymeric fabric; dotted polymeric coating

При проектировании спортивной одежды учитываются требования безопасности материалов (регламент Таможенного союза), вид спорта, условия эксплуатации одежды, требования и пожелания потребителя по отношению к одежде и материалам [1]. Спортивная одежда должна соответствовать своему функциональному назначению, характеру механических воздействий при выполнении спортивных движений, а также энергозатратам, температуре и влажности среды для занятий спортом.

Для фитнеса характерны движения, растягивающие и стирающие одежду. В спортивной одежде для занятий фитнеса наиболее важными свойствами являются эргономичность в части удобства и растяжимости, а также с точки зрения длительности эксплуатации – это свойство износостойкости.

Эргономические качества достигаются конструктивными характеристиками, а именно свободным или полуприлегающим силуэтом, а также использованием трикотажного материала [2]. Свойства трикотажа зависят от вида и линейной плотности используемого сырья, типа и класса вязального оборудования и т.д., но в части внешнего вида – от ориентации элементов петельной структуры в трикотажном полотне [3]. Известные исследования не выявили существенных различий в тепловых ощущениях или тепловом комфорте во время упражнений при сравнении синтетических и натуральных волокон, что объясняется наличием не только объективных причин, но и субъективных ощущений [4, 5]. Исследования гигроскопичности, капиллярности и скорости сушки образцов трикотажных полотен показало, что эти свойства можно регулировать элементами петельной структуры, образованной из нитей разного вида, разного волокнистого состава. Структура гибридного трикотажа футерованного переплетения обладает повышенными гигиеническими свойствами

[6, 7]. Важным свойством для процесса проникновения красителя (в том числе и влаги) является капиллярность трикотажного полотна [8].

При получении материала с полимерным точечным покрытием необходимо наличие адгезионного взаимодействия для обеспечения износостойкости швейного изделия. Единого определения адгезии не существует, но часто под адгезией понимают прочность связи поверхностей разнородных тел, так называемых конденсированных фаз [9]. Сила адгезии зависит от продолжительности контакта, температуры, свойств и молекулярной массы полимеров. Такие зависимости установлены для многих пар полимеров и характерны для процесса соединения текстильных материалов. Современные технологии нанесения полимерных покрытий на текстиль объясняют адгезией разнородных тел: полимерных расплавов и текстиля [10].

В качестве теоретического описания покрытия полимером трикотажного материала использована количественная модель, в соответствии с которой проникновение полимера в толщу трикотажного материала, т.е. заполнение выемов (пор) материала длиной  $l$  и шириной  $h$  определяется соотношением [11, с. 110]:

$$\frac{h}{l} = 3,14 \left( \frac{p\tau}{\eta} \right)^{\frac{1}{2}}, \quad (1)$$

где  $p$  – давление на слой полимера, МПа;

$\tau$  – продолжительности заполнения выема для получения максимальной площади контакта, с;

$\eta$  – вязкость жидкого адгезива, которая обратно пропорциональна температуре адгезива, Па · с.

Объекты исследования в данной статье – материалы для спортивного швейного изделия. Целью исследования является анализ механизма соединения слоев: трикотажного материала и расплава полимера. Надежное связывание двух слоёв в единую систему обеспечивается процессом адгезии и необходимо в процессе формирования материала с новыми свойствами увеличенной износостойкости.

Известен способ повышения износостойкости для изделий легкой промышленности, когда в местах наибольшего износа наносят порошковый термопластичный полиуретан с пониженной температурой плавления. Полиуретан содержит 4,4-дифенилметандиизоцианат, полибутиленгликольадипинат и 1,4-бутандиол, как удлинитель [12]. В технологическом решении для выполнения усилительного слоя из полимерного материала на основе полиуретана использован метод прессования. В известном патенте описывается преимущество использования порошкового полиуретана с пониженной температурой плавления: степень микрофазного разделения порошкового термопластичного полиуретана невысока, и он легко и быстро переходит в вязкотекучее состояние. Кроме того известен препарат Sock-Stop, EFCO, Германия (так называемое латексное молочко состава: бутан, пропан, спирт денатур., пентан, изобутан, тальк, нитрид бора, дипропеленгликоль, молочная кислота, триэтанолламин, триэтил цитрат, рицинолеат цинка, парфюм, метилолактата, этилгексилглицерин, стеарат магния) [13], который можно найти в открытой продаже и наносить на поверхности материалов в готовом виде.

Рассмотрим механизм процесса соединения полимерного точечного покрытия с трикотажем. Механизм сцепления полимера с трикотажным материалом можно разделить на следующие группы: проникновение полимера в капиллярно-пористую петельную структуру полотна трикотажа, укрепление полимерного расплава в тонкой структуре волокон. Структурная перестройка трикотажа связана с его модификацией путем распределения макромолекул полимера по волокнам материала на структурном уровне полотна и волокон. Это обратимая часть адгезии.

Проникновение полимера приводит к заполнению пор трикотажа. Характер структуры полотна трикотажа обуславливает возможность проникновения полимера между волокнами



материала. Молекулы полимера проникают между волокнами трикотажа, отдаляя волокна, но скрепляя их новыми связями. Рассматриваемые трикотажные материалы имеют в составе большую долю хлопка (90% хлопок, 10 % полиэстера). Для целлюлозы, содержащей большое число гидроксильных групп, характерно образование водородных связей. Благодаря водородным связям возникает необратимая часть адгезии.

При проектировании спортивного изделия из материала «футер» предлагается установление областей поверхностного точечного полимерного покрытия материала по участкам изделия, подвергающегося износу в ходе выполнения спортивных движений. Сформулированы рекомендации по использованию покрытия материала в областях деталей кроя изделия (табл. 1).

Таблица 1

Рекомендации по использованию покрытия материала в соответствии с частями изделия

Часть изделия	Брюки	Джемпер
Область суставов (со стороны натяжения по выпуклости)	+	+
Область трения по плоскости о внешние объекты	+	–
Область трения деталей друг о друга (ластовица)	+	–

В частности, точечное полимерное покрытие следует использовать в зонах наибольшего растяжения, которое обусловлено характером движений спортсмена в ходе спортивной деятельности: это области суставов (и ступни в случае носков и гольфа). Такими участками могут быть, например, область колена на брюках и область локтя – на джемпере. На примере костюма для фитнеса область растяжения материала рекомендуется защитить покрытием на участке ягодиц и коленей на брюках; в области локтя – на джемпере (рис. 1).

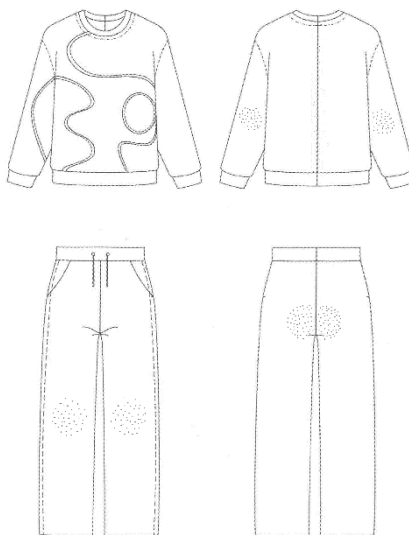


Рис. 1. Эскиз спортивного швейного изделия с защитным точечным полимерным покрытием в областях повышенного механического воздействия

Таким образом, спортивное швейное изделие спроектировано с учетом установления наибольшего соответствия защитного точечного покрытия материалу участку изделия, подвергающемуся износу в ходе выполнения спортивных движений. Использование членений, деления деталей кроя на части с отличающейся цветовой гаммой, и сочетание

материалов с наличием и отсутствием точечного покрытия может служить для создания вариантов дизайнерского решения.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности продукции легкой промышленности» (ТР ТС 017/2011). 44 с. URL: [webportalsrv.gost.ru](http://webportalsrv.gost.ru)
2. Вдовина Н. Н. Технология трикотажных изделий: учебное пособие / Н. Н. Вдовина. Екатеринбург: Архитектон. 2010. 104 с. URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=222112>
3. Умарова М.Н., Турахужаева Н.Н. Изучение влияния структуры трикотажного полотна на его свойства // Universum: Технические науки: электрон. научн. журн. 2020. № 2(71). URL: <http://7universum.com/ru/tech/archive/item/8922>
4. Collins P, Purdie R, Hinck K, Leissner C, Scicchitano B, Gathercole R, Usma C. Analysis of thermal-regulation and comfort associated with user perceptions and garment performance. Proceeding. 2018; 2(6):231. Doi : 10.3390/proceedings2060231.
5. Kaplan S, Okur A. Thermal comfort performance of sports garments with objective and subjective measurements. Indian J Fibre Text Res. 2012; 37(1) : 46–54.
6. Чарковский А.В., Быковский Д.И. Исследование гигиенических свойств гибридного трикотажа платированных переплетений // Вестник Витебского государственного технологического университета. 2022, № 1 (42). С. 89-98.
7. Чарковский, А. В., Береснев, В. И., Быковский, Д. И. Разработка перспективной структуры трикотажного материала для изготовления медицинских масок // Вестник витебского государственного технологического университета. 2020, № 1(38). С. 134-141.
8. Скалозубова Н.С., Куник А.Н., Сарибекова Ю.Г. Исследование капиллярных свойств трикотажных полотен // Вестник ХНТУ. № 1(48). 2014. С. 157-162.
9. Кузнецов В.П., Баумгартэн М.И., Невзоров Б.П., Фадеев Ю.А. Адгезия в композиционных материалах: термины и физическая сущность // Вестник Кемеровского государственного университета. 2014 № 2 (58) Т. 1. С. 173-177.
10. Вишневская О.В. Современные методы нанесения покрытия на текстиль // Вестник технологического университета. 2016. Т.19, №18. С. 69-72.
11. Кузьмичев В.Е., Герасимова Н.А. Теория и практика процессов склеивания деталей одежды. Учебное пособие для студ. высш. учеб. заведений. М. : Издательский центр «Академия», 2005. 256 с.
12. Способ повышения износостойкости деталей одежды URL: <https://findpatent.ru/patent/225/2254791.html>
13. Антискользящий гель URL: <https://bkpc.ru/podklyuchenieustanovka/zhidkie-noski-sprei-antiskolzyashchii-gel-sock-stop-i-kak-im-polzovatsya/>

**ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПАКЕТОВ МАТЕРИАЛОВ В УСЛОВИЯХ ПРОИЗВОДСТВА  
КОНКУРЕНТОСПОСОБНЫХ ИЗДЕЛИЙ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

**THE DESIGN THE LAYERS OF MATERIALS IN THE CONDITIONS OF PRODUCTION  
OF COMPETITIVE LIGHT INDUSTRY PRODUCTS**

В.Ю. Туханова  
V.Yu. Tukhanova

Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики» (Москва)  
National Research University Higher School of Economics (Moscow)  
E-mail: vtukhanova@hse.ru

**В статье представлено исследование процесса проектирования пакетов материалов для обеспечения заданного уровня качества и высокой конкурентоспособности изделий легкой промышленности РФ. Рассмотрен вопрос использования вторичной переработки для изготовления нетканых материалов с позиции конкурентоспособности изделий легкой промышленности. Описана современная схема комплектования пакетов материалов на предприятиях легкой промышленности. Автором представлена схема аналитики процесса конфекционирования материалов с учетом внедрения и использования первичных и вторичных волокон для комплектования пакетов с неткаными материалами.**

**Ключевые слова: качество, конкурентоспособность, проектирование, пакеты материалов, нетканые материалы, первичные и вторичные волокна.**

**The article presents the study of the process of the designing packages of materials to ensure the high level of quality and high competitiveness of the light industry products of the Russian Federation. The article concerned to the question of the use of recycling for the manufacture of nonwovens from the position of competitiveness of light industry products. The author describes the modern scheme of completing packages of materials at light industry enterprises. The author presents the scheme for analyzing the process of the confection of materials, taking into account the introduction and use of primary and secondary fibers for completing packages with non-woven materials.**

**Keywords: quality, competitiveness, design, packages of materials, nonwovens, primary and secondary fibers.**

В стратегии развития отрасли поставлена задача удвоить экспортный потенциал российской легкой промышленности к 2025 г. [1]. Данную задачу возможно решить только с помощью внедрения инновационных подходов к проектированию и производству изделий легкой промышленности для обеспечения высокого уровня качества и конкурентоспособности товаров, произведенных на территории РФ. Одним из определений конкурентоспособности является комплекс потребительских, производственных и экономических характеристик товара, определяющих его успех на рынке, его преимущество над другими в условиях широкого предложения конкурирующих товаров-аналогов [2].

Высокий уровень конкурентоспособности изделий легкой промышленности должен достигается поддержанием баланса потребностей потребителя и производителя продукта. Параметры конкурентоспособности находятся в прямой зависимости от двух категорий: параметры качества и экономические параметры. В параметры качества относят соответствие назначению изделия, привлекательность внешнего вида, эргономичность, способность сохранять свои свойства в процессе эксплуатации. В экономические параметры – оптимальная стоимость, единовременные расходы и текущие расходы. В масштабах страны конкурентоспособность достигается соотношением категорий конкурентоспособности товара, предприятия, отрасли, национальной экономики.

В сфере производства нетканых материалов в последние десятилетия произошли значительные изменения. Рынок нетканых материалов продолжает стремительно развиваться.

Направление, связанное с рециклингом ПЭТ, продолжает набирать обороты в рамках современного развития промышленности [3]. По данным «Анализа рынка нетканых материалов в России», подготовленного BusinesStat в 2022 г, в 2017-2021 гг их продажи в стране выросли на 50%, с 5,43 млрд м<sup>2</sup> до 8,17 млрд м<sup>2</sup>. Продажи росли на протяжении всего рассматриваемого периода. В 2020 г темп прироста продаж нетканых материалов в России был максимальным за пятилетие и составил 23,4%. В 2021 г продажи увеличились еще на 16,5%, что было вызвано по-прежнему высоким спросом на средства индивидуальной защиты.

Развитие системы переработки отходов и реализация принципов экономики замкнутого цикла в России может стать мощным стимулом для дальнейшего роста и развития, когда все процессы замкнуты в оборот, а негативное воздействие на окружающую среду сведено к минимуму за счет восстановительных свойств, включённых в цикл. Использование возобновляемой энергии является стимулом для развития экономики замкнутого цикла, конкуренции и генератором дополнительного дохода на каждом этапе цикла обращения ресурсов, когда реализуется схема «Производство – Потребление – Отходы – Производство» и т.д.

В настоящее время физико-механические свойства нетканых материалов, полученных в ходе переработки, которые используются при проектировании изделий легкой промышленности различного назначения, не уступают свойствам материалов, образованных из первичных волокон. Одним из примеров таких материалов является продукт компании Термопол «Экософт», сравнительные характеристики которого представлены в табл. 1 (данные предоставлены ООО «Термопол»).

Таблица 1

Сравнительные характеристики физико-механических свойств материалов

№	Показатели	Первичный	Вторичный
1	Поверхностная плотность, г/м <sup>2</sup>	150,00	150,00
2	Суммарное тепловое сопротивление м <sup>2</sup> *С/Вт	0,58	0,56
3	Неровнота по массе, %	4,20	5,80
4	Разрывное удлинение, %	18,50	26,10
5	Гигроскопичность, %	1,40	1,60
6	Устойчивость к многократному сжатию, %	70,00	65,00

Для производства швейных, трикотажных, нетканых изделий легкой промышленности важной информацией и необходимым этапом исследования являются способы соединения материалов в пакете, а затем в деталях изделия. Схема взаимодействия способов соединения слоев пакета материалов (ниточный, клеевой, сварной) и способы соединения волокон нетканых материалов (клеевой, термический, иглопробивной) при проектировании изделий высокого качества представлены в табл. 2. Различия способов влияет на процесс выбора материалов для швейных изделий и подбор пакета материалов для новой модели проектируемого изделия, который решается последовательностью этапов, представленных в табл. 3.

Таблица 2

## Взаимодействие способов соединения слоев пакетов материалов

Способы скрепления нетканых материалов	Физико-механические и эксплуатационные свойства материалов, полученных из первичного и вторичного волокна	Кол-во слоев пакета материалов	Параметры физико-механических и эксплуатационных свойств	Способы соединения слоев пакета материалов	Параметры физико-механических и эксплуатационных свойств	Устойчивость конструкции пакета материалов	Пределы устойчивости конструкции швейного изделия в эксплуатации
клеевой		1		ниточный			[n]=0-0,4 – избыточное укрепление конструкции;
термический		2		клеевой			[n]=0,4-0,9 – достаточное укрепление конструкции;
иглопробивной комбинированный		Более 3		сварной			[n]=0,9 и выше – недостаточное укрепление конструкции

Таблица 3

## Решение задачи комплектования пакетов материалов

Этап решения задачи	Этап проектирования	Введение информации	Хранение информации
1	2	3	4
<b>1.1</b> – подбор материала верха дизайнером из ассортимента рекламных образцов с учетом предполагаемого вида и назначения изделия	Предпроектные исследования Техническое задание	Входящая информация →	База данных отдела снабжения
<b>1.2</b> – подтверждение дизайнером артикула материала/подача заявки на закупку материалов	Техническое предложение	Входящая информация →	База данных отдела снабжения
<b>1.3</b> – начало формирования конфекционной карты (код ассортимента швейного изделия, код ассортимента материалов верха, вид швейного изделия, коллекция, дизайнер, конструктор, технолог)		Входящая информация →	База данных проектирования (БДП) и электронный документ конфекционная карта (ЭДКК)
<b>1.4</b> – на основании технического эскиза определение необходимости наличия в модели комплектующих, обеспечивающих устойчивость конструкции швейного изделия во время эксплуатации и формообразование (информация в конфекционную карту: силуэт, кол-во членений)	Эскизный проект	Исходящая информация ← Входящая информация →	из БДП в ЭДКК

1	2	3	4
<b>1.5</b> – ранжирование физико-механических свойств материалов для конкретной модели (информация в конфекционную карту: сезон, климатические параметры эксплуатации, технический эскиз с указанием зон, требующих устойчивости конструкции швейного изделия во время эксплуатации)		Исходящая информация ←	из БДП
<b>1.6</b> – подбор предполагаемого пакета прокладочных и подкладочных материалов	Эскизный проект	Входящая информация →	в ЭДКК
<b>1.7</b> – выбор методики тестирования показателей физико-механических свойств материалов и узлов швейных изделий		Исходящая информация ←	из БДП
<b>1.8</b> – тестирование материалов, пакетов материалов, узлов швейного изделия		Входящая информация →	в БДП
<b>1.9</b> – анализ и оценка полученных данных после испытаний		Входящая информация →	в БДП
<b>1.10</b> – формирование пакета материалов швейного изделия	Технический проект	Входящая информация →	в ЭДКК
<b>1.11</b> – выбор дизайнером стилеобразующих элементов		Входящая информация →	в ЭДКК
<b>1.12</b> – подбор конфекционером прикладных комплектующих		Входящая информация →	в ЭДКК
<b>1.13</b> – оформление электронного документа «конфекционная карта» (ЭДКК)	Рабочая документация	Входящая информация →	ЭДКК

Процесс проектирования качества швейных изделий можно представить в виде функции [3]:

$$D=f(N_1, N_2, N_3, N_4, N_5, N_6, N_7, N_8...N_n), \quad (1)$$

где **D** – процесс проектирования качества швейного изделия  
**N**<sub>1</sub> – организация процесса проектирования и производства швейного изделия;  
**N**<sub>2</sub> – производство швейного изделия;

- №3 – конфекционирование материалов;
- №4 – условия эксплуатации швейного изделия;
- №5 – параметры конструкции швейного изделия;
- №6 – технология изготовления швейного изделия;
- №7 – ценообразование швейного изделия;
- №8 – социальные факторы;
- №9 – устойчивое развитие.

В системе проектирования изделий легкой промышленности все компоненты функции влияют на обеспечение конкурентоспособности продукции. В статье внимание обращено на №3.

Важно отметить, что использование материалов, полученных из сырья вторичной переработки, требуют разработки системы требований и соответствия качеству. С позиции материаловедения необходимо совершенствование алгоритмов осуществления контроля качества на стадиях получения волокна и скрепления полотна. С позиции конфекционирования материалов важно ориентироваться на нормативно-технические документы в части физико-механических свойств вторичного волокна, которые в данный момент представлены в ограниченном объеме. На рис. 1 представлена процедура тестирования узлов швейных изделий в системе цифрового проектирования. Этапы процедуры тестирования пакетов материалов из сырья вторичной переработки будут аналогичны процедуре тестирования пакетов материалов с первичными волокнами, но методы оценки при конфекционировании и методики испытания узлов швейных изделий требуют дальнейшего детального анализа и совершенствования.

Использование возобновляемой энергии при развитии системы переработки отходов является стимулом для развития экономики замкнутого цикла, конкуренции и генератором дополнительного национального дохода. Дальнейшее изучение, сопоставление и анализ физико-механических свойств пакетов материалов из сырья вторичной переработки будет способствовать развитию междисциплинарных производственных систем и промышленных производств. Развитие научных разработок в этой области будет способствовать выявлению новых свойств материалов и, в дальнейшем, разработке инновационных изделий легкой промышленности. Проектирование и дальнейшее производство продукции должно начинаться с предварительной оценки качества и расчета конкурентоспособности в масштабах промышленности страны. Необходимо внедрение новых научно-методологических разработок изучения физико-механических и эксплуатационных свойств нетканых материалов, полученных из вторичного волокна, а также НТД и нормативных документов для оценки качества проектирования пакетов материалов. Важно обратить внимание на переработку материалов, как источник конкурентоспособности промышленности и экономики, и, в частности, отрасли легкой промышленности.

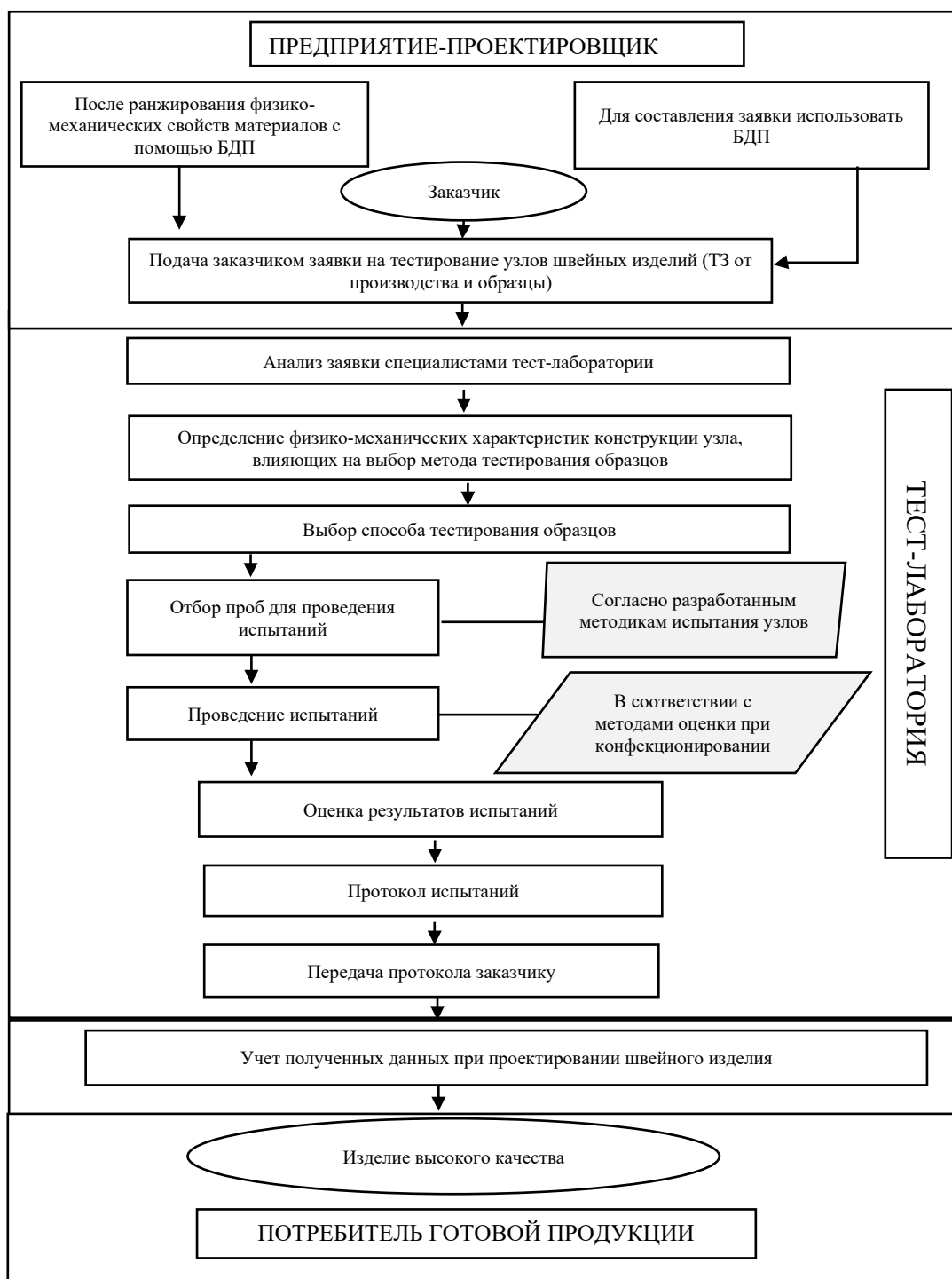


Рис. 1. Процедура тестирования узлов швейных изделий в системе цифрового проектирования

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Электронный ресурс <https://budget.minpromtorg.gov.ru/citizens/raskhody-po-otraslyam-new?tag=legkaya> (дата обращения 15.09.2022).
2. Смолейчук И.М. Конкурентоспособность легкой промышленности: методология и опыт. Владивосток: Дальнаука, 2002. 260 с.
3. Брусанов М.С. Технологии производства нетканых материалов с использованием ПЭТ // Полимерные материалы, 2021, №1, 7 с.
4. Электронный ресурс <https://marketing.rbc.ru/articles/13630/> (дата обращения 18.09.2022).



5. Электронный ресурс <https://www.edana.org/how-we-take-action/international-standards/What-is-new-on-NSP> (дата обращения 16.09.2022).
6. Туханова В.Ю. Проектирование устойчивости конструкций изделий легкой промышленности: монография. - М.: Издательский дом «Научная библиотека», 2021. – 226 с.
7. Туханова В.Ю. Управление качеством проектирования изделий легкой промышленности через конфекционирование материалов в цифровой среде // Научный журнал «Костюмология», 2022, №1, Том 7, 12 с.

## КОМПОЗИЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ НА ОСНОВЕ ТЕКСТИЛЬНЫХ ОТХОДОВ COMPOSITE MATERIAL BASED ON TEXTILE WASTE

Р.Р. Тухбиева, А.А. Азанова, И.Г. Давлетбаев  
R.R. Tukhbieva, A.A. Azanova, I.G. Davletbayev

Казанский национальный исследовательский технологический университет  
Kazan National Research Technological University  
E-mail: tuxbi@yandex.ru, azanovlar@mail.ru

**В статье рассмотрена возможность применения отходов термоклеевых прокладочных материалов швейного производства. Получены образцы композиционных материалов методом горячего прессования и определены их механические характеристики. Данные материалы могут быть использованы в качестве прокладочных при изготовлении широкого ряда товаров потребления.**

**Ключевые слова:** композиционный материал, вторичная переработка, отходы, термоклеевые прокладочные материалы.

**The article discusses the possibility of using waste hot-melt adhesive materials of the garment industry. Samples of composite materials were obtained by hot pressing and their mechanical characteristics are determined. These materials can be used as lining material in the manufacture of a wide range of consumer goods.**

**Keywords:** composite materials, recycling, waste, hot-melt adhesive materials.

По данным «Гринпис» в России ежегодно перерабатывают не более 7% твёрдых коммунальных отходов, большинство попадает на свалки или полигоны, а небольшую часть сжигают. При этом отходов с каждым годом становится всё больше. Так, счётная палата прогнозирует, что уже к 2024 году в трети регионов России закончится свободное место на полигонах [1]. Ежегодно в нашей стране образуется 962 тысяч тонн текстильных отходов [2]. В мире же объем текстильных отходов, включая нераспроданную одежду, достигает 92 миллионов тонн [3]. В отличие от ряда прогрессивных европейских стран в России отсутствует система сбора и приема текстильных отходов, а предприятий, которые занимаются переработкой текстильных отходов, очень мало. Однако, данное направление является перспективным и востребованным, поскольку проблема утилизации отходов и экономии ресурсов с каждым годом нарастает. На сегодняшний день промышленные технологии переработки текстильных отходов основаны на «механических» способах их измельчения (разволокнения), основными направлениям являются:

- получение регенерированных волокон;
- производство нетканых полотен разного назначения;
- производство ваты;
- производство обтирочных материалов;
- производство пакли;
- производство строительных материалов [4].

Промышленное оборудование для переработки текстильных отходов методом разволокнения выпускают фирмы: Trützschler (Германия), Cormatex (Италия), Hergeth Hollingsworth (Германия), Rieter (Швейцария), Marzoli (Италия). Лидирующее место на мировом рынке занимает французская компания «Laroche», которая уже установила более 2000 линий по всему миру. Компания также занимается разработкой композиционных материалов на основе текстильных отходов [5], причем, как промышленных, так и бытовых текстильных отходов.

В самом общем виде все текстильные отходы могут быть распределены на четыре основные группы:

– волокнистые отходы производства, характеризующиеся высоким качеством, которые, как правило, не выходят за стены тех предприятий, где они образуются, а подлежат переработке в основную или дополнительную продукцию без применения специального оборудования;

– текстильные отходы производства, которые не могут быть переработаны на тех предприятиях, где они образуются, а подлежат отправке на специальные фабрики по переработке вторичного сырья;

– текстильные отходы производства и потребления, состоящие из химических, хлопковых и смешанных волокон, которые вследствие отсутствия щипального оборудования не могут быть в настоящее время разволокнены и переработаны в продукцию соответственного назначения, а используются чаще всего как обтирочный материал или просто выбрасывается на свалки;

– низкосортные отходы производства, такие как подметь и пух из пыльных камер и т.п., которые практически непригодны для производства текстильной продукции [6].

Значительное количество среди отходов швейного производства занимают отходы термоклеевых прокладочных материалов (ТКПМ), а также материалов на основе термопластичных волокон. Предлагается использование данных отходов для создания композиционных материалов, структурные элементы которых будут скреплены в процессе термообработки имеющимся на них связующим или за счет термопластичных волокон.

Изготовлены образцы композиционных материалов из измельченных отходов ТКПМ нескольких видов: с хлопчатобумажной (ХБ) подложкой и смесовой подложкой (ХБ+полиэфир (ПЭ)), ТКПМ на нетканой основе (флизелин) с точечным клеевым покрытием. Характеристика отходов приведена в табл. 1. Межлекальные отходы измельчали с помощью ножевой роторной мельницы РМ 120 М с применением решетки с отверстиями диаметром 3 мм. Измельченные отходы и их смеси прессовали между слоями материала-подложки, которую использовали для укрепления композитов и предохранения от осыпания. Подложкой служил экономичный и доступный материал – хлопчатобумажная марля (32 г/м<sup>2</sup>). Плотность укладки составляла 5 г отходов на 100 см<sup>2</sup>. Прессование проводили на прессе ВТК-2000 в режимах: температура T = 150-200 °С, время прессования t = 10-40 секунд с обеих сторон композита, давление P=50 Па.

Таблица 1

Характеристика отходов ТКПМ

№	Цвет	Подложка	Состав подложки, %	Клеевое покрытие	Поверхностная плотность г/м <sup>2</sup>
1	белый	вязанотканое полотно	ХБ-100	точечное, полиамид	100-200
2	черный	вязанотканое полотно	ПЭ – 80, ХБ-20	точечное, полиамид	70-120
3	белый, черный	нетканое полотно	ПП, ПЭ	точечное, полиамид	60-80



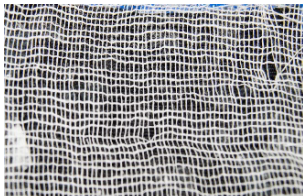
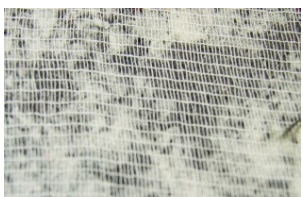
Полученные образцы испытывали по стандартным методикам. Поверхностную плотность определяли взвешиванием, толщину – на толщиномере Eee Taiwan, жесткость при изгибе – методом консоли по ГОСТ 10550-93. Также проводили испытания полученных образцов на устойчивость к многократному изгибу на основе прибора, описанного в ГОСТ 13868-74. Устойчивость полученных образцов к воздействию влаги определяли органолептически замачиванием образцов в воде и последующей оценкой состояния композиционных материалов в мокром и высушенном состоянии.

Результаты испытаний полученных образцов свидетельствует о том, что коэффициент вариации по толщине полученных материалов составляет около 10 %, что свидетельствует о достаточной равномерности данного показателя (табл. 2). Неравномерность толщины – неизбежное явление при получении материалов на основе отходов, которое вызвано

неравномерность размеров частиц измельченного сырья, а также неравномерностью перемешивания и распределения по поверхности. Установлено, что жесткость образцов зависит от температуры прессования с увеличением температуры, жесткость повышается. Добавление отходов ТКПМ на нетканой основе (флизелина) также повышает жесткость композита, а также способствует лучшему склеиванию частиц, как следствие уменьшению толщины. В табл. 2 приведены внешний вид и результаты испытания образцов, полученных при  $T=180\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $t=20\text{ с}$ .

Таблица 2

Основные характеристики композиционных материалов на основе отходов ТКПМ

№ п/п	Внешний вид	Вид отходов ТКПМ (состав %)	Толщина, мм	Коэф. вариации по толщине, %	Жесткость при изгибе, тыс. мкН×см <sup>2</sup>	Устойчивость к многократному изгибу (1000 циклов)
1	2	3	4	5	6	7
1		на трикотажной основе (ХБ-100)	1,6	7	825	устойчив
2		на нетканой основе (ПП, ПЭ)	1,7	3	1125	устойчив
3		на трикотажной основе (ХБ-80, ПЭ-20)	1,7	11	874	устойчив
4		на трикотажной основе (ХБ-80, ПЭ-20) на нетканой основе (ПП, ПЭ) в соотношении 1:1	1,6	9	960	устойчив

Полученные композиционные материалы предлагается использовать в качестве прокладочных материалов для чехлов для ноутбуков, графических планшетов, нетбуков и других гаджетов; сумок; папок, а также чехлов для мебели (стулья, жесткие кресла). Изготовлена экспериментальная модель чехла для нетбука с использованием в качестве материала верха ткани рипстоп, отходов ТКПМ (смесь отходов аналогично №4).

*Работа выполнена при поддержке Гранта № ГСГК-0143/21 Благотворительного фонда Владимира Потанина*

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Гринпис в России URL: <https://greenpeace.ru/blogs/2022/08/03/pochemu-szhigat-othody-v-kotelnyh-jeto-ne-jekologichnoe-reshenie-musornogo-krizisa/> (дата обращения: 26.09.2022).
2. Группа компаний «РБК» (ГК «РосБизнесКонсалтинг») URL: <https://www.rbc.ru/business/19/05/2022/627e37ab9a7947805391736d> (дата обращения: 26.09.2022).
3. Фонд «Второе дыхание» URL: <https://vtoroe.ru/2018/11/15/moda-i-svalki-tragicheskie-tsifry/> (дата обращения: 26.09.2022).
4. Л. Г. Хисамиева, А. А. Азанова Ресурсосбережение в производстве изделий легкой промышленности : учебное пособие М-во образ. и науки России, Казан. нац. исслед. технол. ун-т. – Казань: Изд-во КНИТУ, 2016. – 84 с.
5. Французская компания «Laroche» URL: <https://laroche.fr> (дата обращения: 26.09.2022).
6. Никитин Г.Н. и др. «Отходы производства легкой промышленности» М: Легкопробытиздат, 1973. – 250с.

## МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ИСПОЛНИТЕЛЬНЫМИ МЕХАНИЗМАМИ ТЕКСТИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

### MODELING OF THE CONTROL SYSTEM OF ACTUATORS OF TEXTILE EQUIPMENT

П.Г. Фрасын, Д.В. Масанов  
P.G. Frasyn, D.V. Masanov

Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина  
(Технологии. Дизайн. Искусство), Россия, Москва  
The Kosygin State University of Russia, Moscow  
E-mail: frasyn.pashka@gmail.com, masanov@bk.ru

**В статье рассмотрено математического моделирования системы управления асинхронного двигателя с частотно-регулируемым приводом.**

**Ключевые слова:** моделирование, асинхронный двигатель, ЧРП, технологический процесс, частотно-регулируемый привод.

**The article considers the mathematical modeling of the control system of an asynchronous motor with a frequency-controlled drive.**

**Keywords:** modeling, asynchronous motor, VCD, technological process, frequency-controlled drive.

В текстильной промышленности в качестве исполнительных механизмов наиболее часто встречаются электродвигатели асинхронного типа. Использование асинхронных двигателей (АД) вместе с частотно-регулируемыми приводами позволяет добиться требуемых режимов управления для конкретного технологического процесса. АД применяются в шлихтовальных, чесальных и прядильных машинах, намоточных установках и т. д.

В АД регулирование скорости и поддержание крутящего момента представляет собой достаточно сложную задачу. Скорость вращения вала сильно зависит от частоты. При использовании частотно-регулируемых приводов (ЧРП) в двигателях переменного тока упрощает задачу регулирования скорости и поддержания крутящего момента. Также, применение АД часто обусловлено простотой обслуживания, ценой и габаритами по отношению к двигателям постоянного тока (ДПТ).

В двигателях постоянного тока регулировка скорости и крутящего момента довольно проста. Скорость пропорциональна напряжению, а крутящий момент пропорционален току возбуждения. ДПТ достаточно дороги в обслуживании, а также они довольно громоздкие, что в свою очередь увеличивает габариты текстильной установки.

Для подбора параметров оптимального управления исполнительным механизмом в технологическом процессе требуется математическое моделирование асинхронного двигателя с ЧРП.

Математическая модель электродвигателя (с постоянной нагрузкой на валу) представлена на рис. 1. [1]

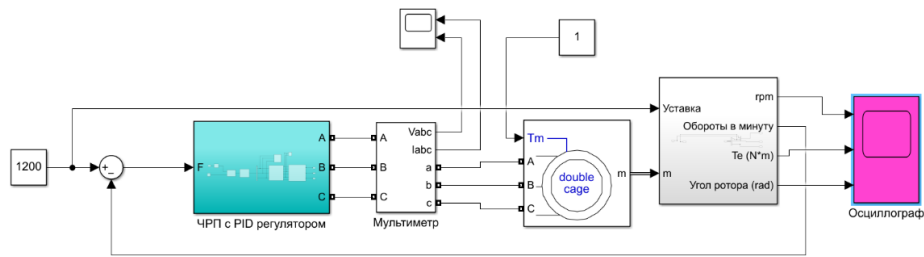


Рис. 1. Модель асинхронного двигателя

Математическая модель состоит из настроечного блока `powergui`, источника питания переменного тока 380В с частотой 50Гц, ЧРП, АД и осциллографа. В рамках моделирования на вал электродвигателя подается постоянная нагрузка, равная 1 Н\*м. В зависимости от типа технологического процесса формула, показывающая нагрузку на вал электродвигателя, также может быть рассчитана и применена в математической модели.

Полученные параметры в результате расчета внесены в настроечное меню модели двигателя – `Asynchronous Machine Parameter Estimator`. Оно представлено на рис. 2 [2].

Данные расчетные параметры электродвигателя являются настройками блока `Asynchronous Machine`, который в свою очередь является элементом библиотеки `Simscapre` [3].

`Simscapre` предназначен для создания моделей физических систем в среде `Simulink`. Моделируются такие системы, как электродвигатели, мостовые выпрямители, гидроприводы и системы охлаждения. Дополнительные продукты `Simscapre` предоставляют более сложные компоненты и инструменты анализа [4].

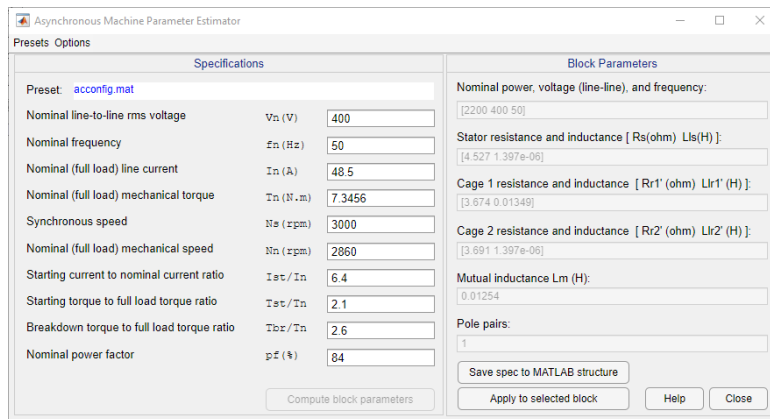


Рис.2. Введенные расчетные параметры электродвигателя

Модель генератора трехфазной синусоиды представлена на рисунке 3.

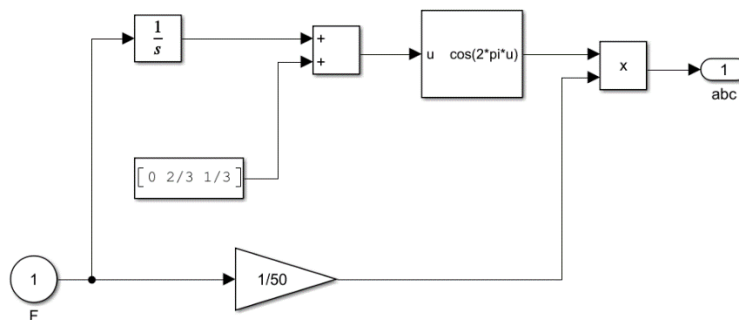


Рис. 3. Модель генератора трехфазной синусоиды

Для формирования ШИМ сигнала, который будет управлять блоком с мосфетами, необходимо смоделировать схему, которая представлена рис. 4, а. Сигналы с выходов АН-AL,

ВН-BL, СН-СL поступают на управляющие входы пар транзисторов, которые, в свою очередь, формируют на выходе заданное напряжение с частотой. Модель представлена на рисунке 4 б. [5]

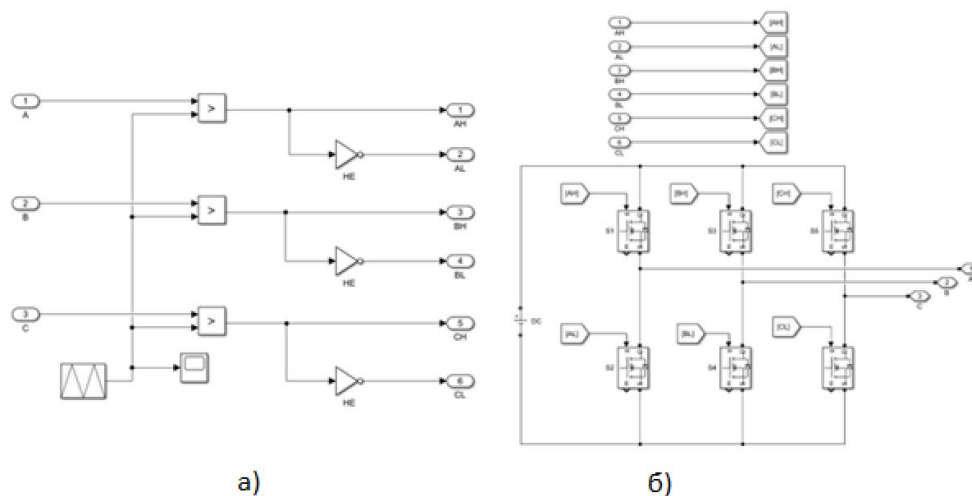


Рис. 4. Схемы формирования ШИМ сигнала

Изображение полной модели частотного преобразователя представлено на рис. 5. [6]

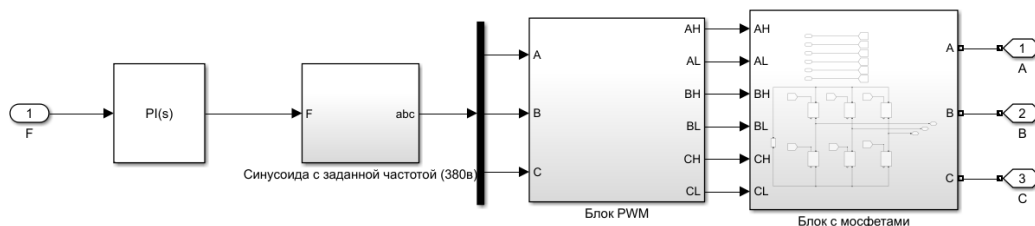


Рис. 5. Модель частотного преобразователя

Результаты моделирования при различных уставках частоты оборотов представлены на рис.6 [7].

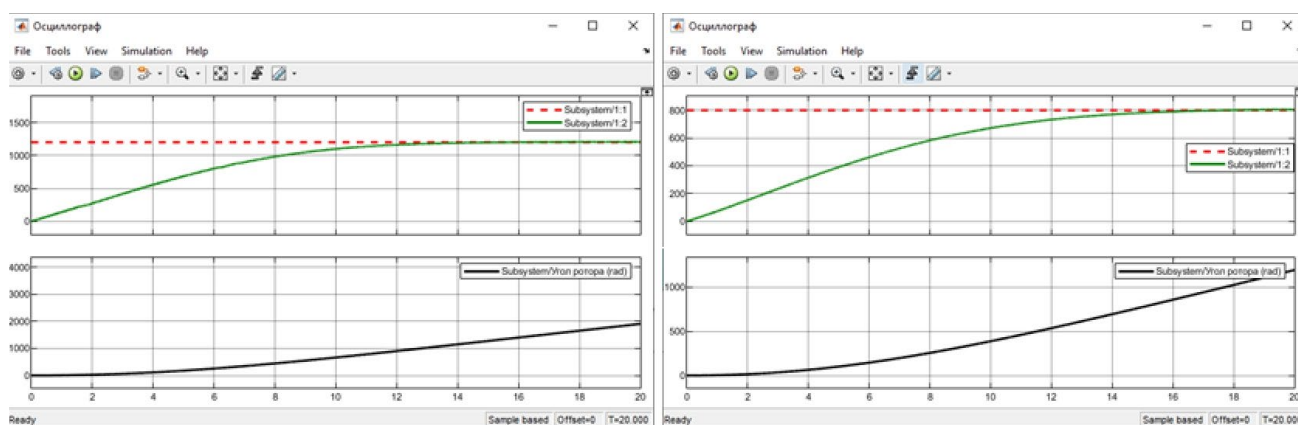


Рис. 6. Результаты моделирования с заданными уставками

В заключении стоит отметить, что математическая модель асинхронного двигателя с частотно-регулируемым преобразователем позволит подобрать и рассчитать оптимальные параметры управления для реального устройства.



## ЛИТЕРАТУРА

1. Герман-Галкин С. Г. Компьютерное моделирование полупроводниковых систем в MATLAB 6.0: Учебное пособие. — СПб.: КОРОНА принт, 2001. — 320 с ил.
2. Тимохин А.Н., Румянцев Ю.Д. Моделирование систем управления с применением MATLAB. - 1 изд. - Москва: НИЦ ИНФРА-М, 2020. - 256 с.
3. Безносенко Д.М., Козярук А.Е., Рудаков В.В. Математическая модель системы прямого управления моментом частотно-регулируемого асинхронного электропривода // Известия высших учебных заведений. Приборостроение. - 2004. - №11. - С. 16-23.
4. Астанин С.В. Использование конструкции вложенного метаграфа для моделирования сложных систем // Инженерный вестник Дона. - 2022. - №6 URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n6y2022/7752](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n6y2022/7752)
5. М.Г. Данилова, С.Ю. Чернышов, Е.Н. Сидоров, М.С. Основин. Моделирование асинхронного привода с нечетким прямым управлением момента в Simulink // Инженерный вестник Дона. - 2014. - №3 URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/N2y2017/4260](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/N2y2017/4260)
6. Luis R, Antoni A, Emiliano A, Marcel G. Novel Direct Torque Control (DTC) Scheme With Fuzzy Adaptive Torque-Ripple Reduction. IEEE Transactions On Industrial Electronics, vol 50, No.3, June 2003. p. 1.
7. Diab, A.Z. Speed Control of Sensorless Induction Motor Drive Based on Model Predictive Control [Текст] / A.Z. Diab, D.A. Kotin, V.V. Pankratov // Proceedings of 14th International Conference on Young Specialist on Micro/Nanotechnologies and Electron Devices (EDM 2013). – Erlagol, Altai, July 1 – 5, 2013, pp. 269 – 274.

## АНАЛИЗ ВИДОВ БРАКА ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

### ANALYSIS OF TEXTILE TYPES OF DEFECTS

Н.В. Фролова, О.В. Радченко  
N.V. Frolova, O.V. Radchenko

Ивановский государственный политехнический университет  
Ivanovo State Polytechnic University  
E-mail: frolovanv-job@yandex.ru, radchenale@yandex.ru

Рассмотрены основные виды брака текстильных материалов, поступающих на швейное предприятие. Проведен анализ количества брака в разрезе поставщиков. Выявлены наиболее часто встречающиеся виды брака. Определена стратегия взаимодействия швейного предприятия с поставщиками. Выделены превентивные меры по сокращению количества брака в текстильных материалах, поступающих на швейное предприятие.

Ключевые слова: текстильный материал; виды брака; поставщик; качество; всеобщее управление качеством.

The main types of defective textile materials supplied to the garment factory are considered. The analysis of the number of defects in the context of suppliers was carried out. The most common types of defects were identified. The strategy of interaction of the garment factory with suppliers is determined. Preventive measures were identified to reduce the number of defects in textile materials supplied to a garment factory.

Keywords: textile material; types of defects; supplier; quality; Total Quality Management.

Качественное сырье – половина успеха швейного предприятия в производстве конкурентноспособной швейной продукции. Качественные текстильные материалы позволяют изготовить не только красивые и достойные изделия премиум-сегмента, но и увеличить скорость их производства, а также минимизировать финансовые издержки, что является важными и актуальными факторами в современной швейной промышленности.

Выбор надежных поставщиков текстильных материалов играет большую роль в планировании производства. Формирование у поставщика ответственности за качество поставляемой продукции является следствием планомерной и последовательной работы с ним. Поставщик, не имеющий возможность статистически подтвердить качество своей продукции или услуг, понижает свою категорию надежности на швейном предприятии. Эффективным является установление долговременных отношений и взаимного доверия с одним поставщиком одного вида текстильных материалов. В этом случае это позволит минимизировать не только затраты на стоимость сырья, но и снизить некоторые производственные расходы [1].

Проведен анализ работы швейного предприятия большой мощности, специализирующегося на выпуске широкого ассортимента изделий. Анализируемый период: январь – август 2022 г. Большие серии продукции включают одежду спортивного стиля, различные фасоны курток, а также медицинские изделия. Исходным сырьем являются материалы российских (88,9%), турецких (8,6%) и китайских (2,5%) поставщиков. Несмотря на малую величину поставки, китайский поставщик находится на втором месте по количеству забракованного материала (0,15%). Частыми, но не единственными проблемами, связанными с качеством текстильных материалов и влияющими на производственный процесс изготовления изделий, являются: узкая рабочая ширина, разнооттеночность и разнокромочность, текстильные пороки, усадка (притяжка).

Одним из принципов всеобщего управления качеством (англ. Total Quality Management, TQM) является принятие решений, основанных на свидетельствах [2]. Данный принцип дает

основание для применения статистических методов и получения с их помощью количественных данных о продукции и процессах. Сбор и анализ данных о качестве поступающего на швейное предприятие материалов позволяет вести мониторинг надежности поставщиков [3].

В работе проводится анализ забракованного на швейном предприятии сырья в разрезе поставщиков за период январь-август 2022 г. В качестве первичных данных для анализа использованы акты о выявлении непригодного сырья, а также информация из системы производственного учета АСУП Стилон.

В результате статистической обработки данных построены диаграммы, демонстрирующие вклад каждого поставщика в общий объем поступивших текстильных материалов и количество забракованного сырья (рис. 1) в исследуемый период.

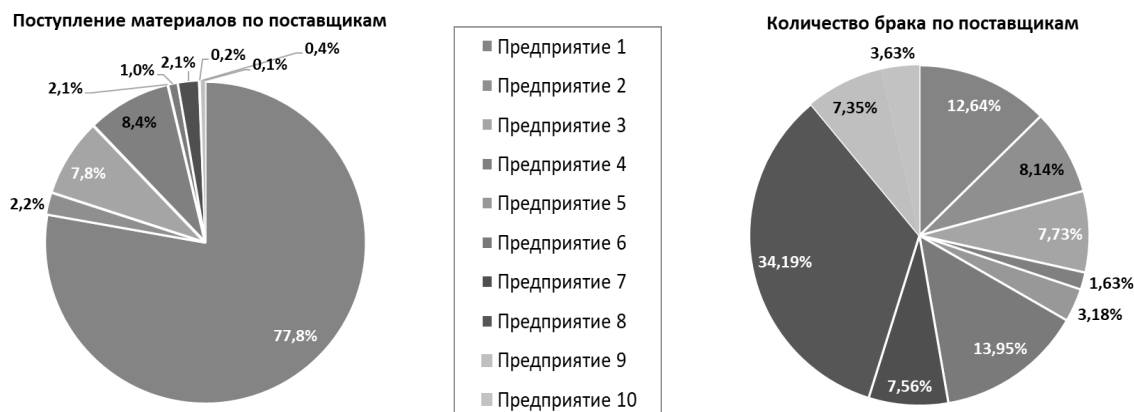


Рис. 1. Анализ забракованного материала по поставщикам

Выполнена обработка данных с использованием методики Парето. Для выявления действия отдельных причин применен метод расслоения выборки по виду сырья, партии и артикулам материала, волокнистому составу, цвету и видам текстильных дефектов, что позволило получить достоверные данные по каждому поставщику отдельно. На рис. 2 приведена диаграмма, отображающая количество забракованных материалов от объема поставки за три квартала текущего года Предприятием 1, обеспечивающего основную потребность швейной фабрики в сырье для медицинских изделий.

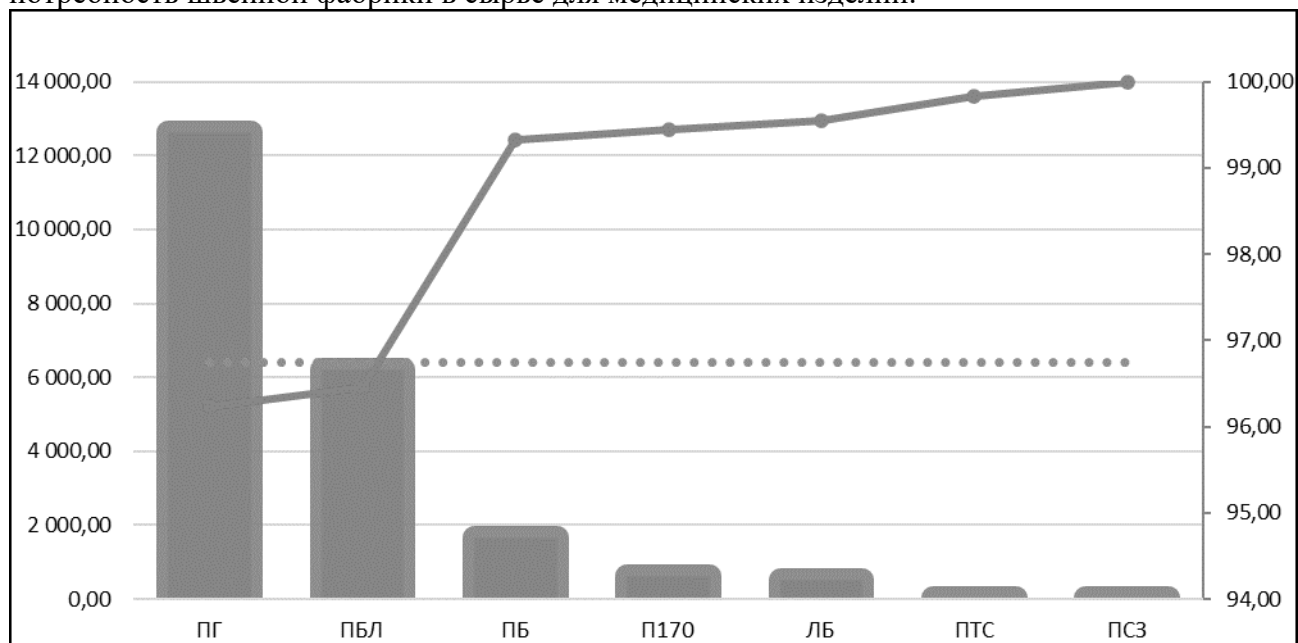


Рис. 2. Анализ уровня дефектности по видам ткани от Предприятия 1

В работе рассмотрена ткань полотняного переплетения, бордового цвета, волокнистого состава – 65% полиэфира и 35% вискозы, поверхностной плотности 160 г/м<sup>2</sup> (условное обозначение - «ПБ») от Предприятия 1 по видам несоответствий. За период январь-август 2022 г. поступило 128099,55 м ткани «ПБ». Выявлены пороки внешнего вида: двойник и крап, установлено несоответствие допустимого отклонения по цветовому различию – ΔE<sub>cmc</sub>. Данное несоответствие обнаружено в результате проведения входного контроля ткани инструментальным способом – при помощи спектрофотометра X-Rite. Получено 1546,1 м (1,21%) ткани с допустимым отклонением по цветовому различию, превышающим установленную норму. Количество ткани с дефектом крап и двойник составило 0,09% (112,68 м). С Предприятием 1 согласовано допустимое отклонение по цветовому различию ΔE<sub>cmc</sub> ≤ 1,00 по методике ГОСТ Р ИСО 105-J03 [4], результат фактического измерения – ΔE<sub>cmc</sub> ≥ 1,12. Ткань с данным несоответствием возвращена поставщику.

В ходе исследования выявлено, что преобладающее количество брака зафиксировано в ткани полотняного переплетения, серого цвета, волокнистого состава – 65% полиэфира и 35% вискозы, поверхностной плотности 160 г/м<sup>2</sup> (условное обозначение «ПГ»), основным видом которого является дефект крашения в виде множественного белесого крапа, что стало причиной возврата 43,4% данной ткани поставщику. Порок такого характера ранее не встречался в ткани «ПГ» и не являлся очевидным, поэтому на швейном предприятии он выявлен только в процессе кроя деталей изделий. Данный факт повлек за собой необходимость пересмотра всех рулонов ткани «ПГ», поступивших от Предприятия 1, до передачи их в цех раскроя.

Лидирующее положение по количеству брака относительно количества поступившего сырья от поставщика занимает турецкое Предприятие 8. В связи с тем, что Предприятие 8 является поставщиком трикотажных полотен для брендовых изделий премиум-сегмента, требования к качеству сырья завышены. Перед запуском в поток швейного цеха пачки кроя перелистывали для разбраковки деталей кроя. Выявлены такие пороки, как упущенные петли, затяжки, деформированные петли, утолщение нити, засоренность полотна инородным волокном, непрокрас, пятна, крап и т.д. (рис. 3). Детали с пороками направлены на перекрой.

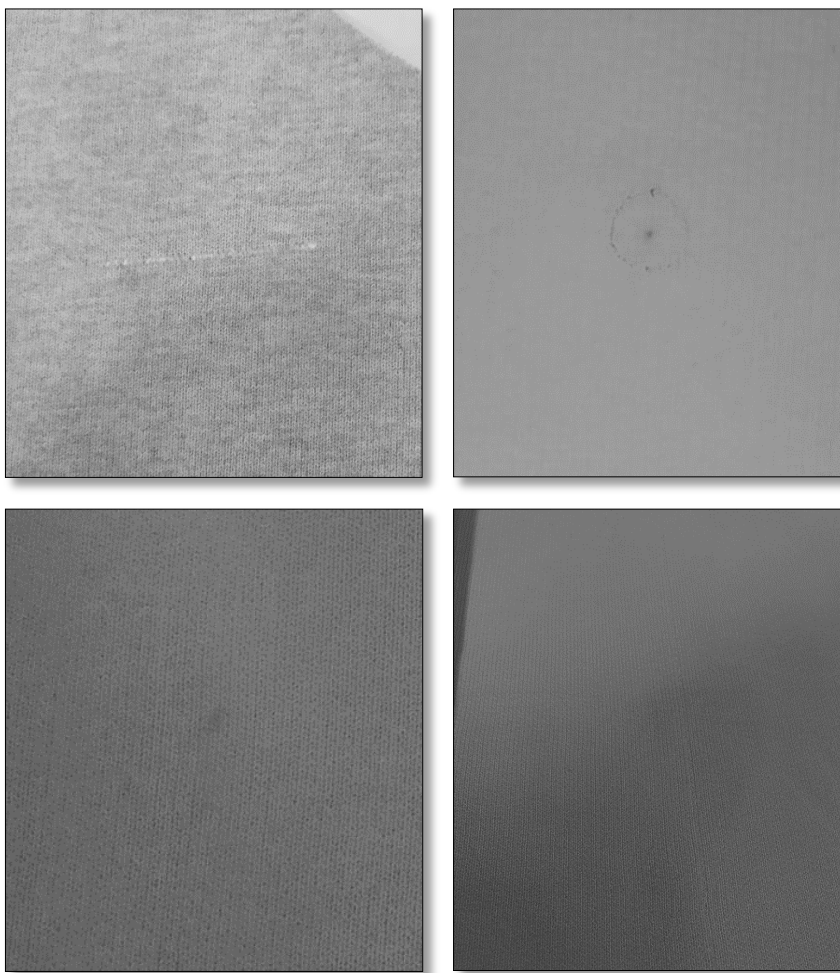


Рис. 3. Примеры часто встречающихся пороков трикотажных полотен

Таким образом, среднее значение уровня дефектности по поставщикам за январь-август 2022 г. составило 0,2%. Самыми распространенными несоответствиями являются дефекты крашения.

В качестве превентивных мер по сокращению количества брака в текстильных материалах, поступающих в раскройный цех, введены следующие:

- согласование с поставщиками требований к качеству текстильных материалов и включение их в договор;
- утверждение образца-эталона;
- совместная разбраковка материалов на территории поставщика;
- проведение выборочной разбраковки материалов на территории поставщика с привлечением сертифицированных организаций (в случае невозможности присутствия представителя швейного предприятия).

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Фролова Н.В., Радченко О.В. Анализ поставщиков текстильных материалов // Молодые ученые - развитию Национальной технологической инициативы (ПОИСК). 2022. № 1. С. 104-105.
2. Генри Р. Нив. Пространство доктора Деминга. Принципы построения устойчивого бизнеса – «Альпина Бизнес Букс», 2005.
3. ГОСТ Р ИСО 9001-2015 «Системы менеджмента качества. Требования».
4. ГОСТ Р ИСО 105-J03-2014 «Материалы текстильные. Определение устойчивости окраски. Часть J03. Метод расчета цветовых различий».

## АНАЛИЗ СТРУКТУРЫ ДВУХСЛОЙНОГО НАНОВОЛОКНИСТОГО МАТЕРИАЛА КОСМЕТОЛОГИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

## ANALYSIS OF THE STRUCTURE OF A DOUBLE-LAYER NANOFIBROUS MATERIAL FOR COSMETOLOGY APPLICATION

И.И. Черников, Д.Б. Рыклин  
I.I. Chernikau, D.B. Ryklin

Витебский государственный технологический университет (Республика Беларусь)  
Vitebsk Technological State University (Republic of Belarus)  
E-mail: chernikov.st@mail.ru; ryklin-db@mail.ru

**Обоснован выбор компонентов растворов для производства двухслойного нановолокнистого материала косметологического назначения, получаемого методом электроформования. На основе изображений, полученных методом сканирующей электронной микроскопии проанализирована структура слоев полученного нановолокнистого материала. Определены основные параметры распределения нановолокон по диаметру в каждом слое нановолокнистого материала.**

**Ключевые слова:** электроформование, нановолокнистый материал, фиброин, двухслойный материал, косметология.

**The choice of the solution components for the production of a double layer nanofibrous material for cosmetic application obtained by electrospinning is substantiated. Based on images obtained by scanning electron microscopy the structure of the obtained nanofibrous material layers is analyzed. The main parameters of the diameter distribution of nanofibers in each layer of nanofibrous material are determined.**

**Keywords:** electrospinning, nanofibrous material, fibroin, double layer material, cosmetology.

В последнее время наибольший интерес представляет технология получения нановолокнистых материалов способом электроформования, который является самым производительным из способов получения нановолокнистых материалов, а так же обладает гибкой настройкой параметров протекания процесса. Это, в свою очередь, позволяет получать функциональные нановолокнистые материалы сложной структуры с определенными свойствами, которые применяются в биомедицине и косметологии [1].

Подобные нановолокнистые материалы могут быть получены на установке Fluidnatek LE-50. Электроформование на данной установке осуществляется с использованием прядильной головки, на которую подается по капилляру прядильный раствор. Разность потенциалов индуцирует в растворе полимера одноименные электрические заряды, которые, в результате кулоновского электростатического взаимодействия, приводят к вытягиванию раствора полимера в тонкую струю, которая впоследствии расщепляется на более тонкие струи при определенном соотношении значений вязкости, поверхностного натяжения и плотности электрических зарядов (или напряженности электростатического поля) в волокне. Полученные струи отверждаются за счет испарения растворителя, превращаются в волокна, и под действием электростатических сил дрейфуют к подложке, закрепленной на осадительном электроде.

Одним из перспективных природных полимеров для получения новых нановолокнистых материалов способом электроформования является фиброин шелка. Анализ литературных источников показал, что благодаря своим уникальным свойствам, таким как биоразлагаемость, проницаемость для воды и кислорода, свободное проникновение кислорода через нанопоры и поддержание необходимого уровня влажности на раневой поверхности, данный полимер представляет интерес для использования для изготовления нановолокнистых материалов, покрытий и конструкций медицинского назначения [2-3].

Для приготовления прядильных растворов из фиброина шелка использовалась композиция из хлорида кальция, этилового спирта и дистиллированной воды.

На предварительном этапе исследований была осуществлена попытка получения нановолокнистого материала из полученного прядильного раствора фиброина. Однако процесс характеризовался высокой нестабильностью, что в значительной степени может объясняться его недостаточной вязкостью. Кроме того, получаемый материал обладал повышенной адгезией к подложке. В связи с этим было принято решение для получения материалов использовать растворы, сочетающие в себе фиброин и поливиниловый спирт (ПВС) марки Arkofil PPL. Поливиниловый спирт является одним из наиболее распространенных полимеров, используемых для получения материалов медицинского и косметологического назначения методом электроформования, что обусловлено его относительно низкой стоимостью и биосовместимостью с организмом человека [5].

На следующем этапе осуществлялось исследование влияния состава раствора содержащего фиброин шелка на его динамическую вязкость. Проанализировав результаты, было установлено: масса фиброина в пробе оказывает существенное влияние на вязкость только при высоком содержании ПВС в прядильном растворе; при увеличении содержания раствора ПВС в составе композиции, наблюдается увеличение динамической вязкости прядильного раствора практически независимо от массы используемого фиброина. Так же был осуществлен выбор рационального состава прядильного раствора, при котором процесс электроформования является стабильным. Однако, стоит отметить, что проблема высокой адгезии к подложке осталась нерешенной.

Исходя из этого, было принято решение о создании двухслойного материала косметологического назначения. Получение многослойных структур целесообразно в следующих основных случаях:

- при высокой адгезии нановолокнистого материала к подложке;
- при создании нановолокнистых материалов с механизмом таргет-доставки;
- при необходимости инкапсуляции высоколетучих веществ внутри нановолокнистых структур [6].

В чистом виде ПВС нейтрален к организму пациента, исходя из этого было принято решение расширить функциональность получаемого двухслойного нановолокнистого материала путем добавления активной добавки в нижний слой.

Одним из важных компонентов в косметологии и медицине является глицерин. Его можно назвать одним из самых дешевых увлажняющих средств. Он входит в состав многих кремов, мазей, мыла. Глицерин выполняет защитную функцию кожи, так как сохраняет влагу в клетках кожи. В медицине его используют в качестве антисептика при комплексном лечении многих кожных заболеваний. Водопоглощающий эффект провоцирует дегидратацию и гибель болезнетворных бактерий.

Учеными широко изучено применение глицерина в электроформовании для получения биоразлагаемых нановолоконных конструкций для инженерии нервной ткани, получение синтезированных электроформованных нановолокон из поливинилового спирта с добавлением глицерина в качестве пластификатора и меда, нановолоконных электроформованных пленок из глутена, содержащих монолаурат глицерина, отличающихся повышенной водостойкостью и превосходной антимикробной активностью [7]. Таким образом, очевидно, что глицерин применяется в инновационной биомедицине, где может выступать не только активным компонентом различных терапевтических средств, но и широко используется при производстве нановолокнистых материалов, покрытий и конструкций как в качестве основного лекарственного компонента, так и в качестве вспомогательного вещества.

Ранее было установлено, что волокнистое покрытие, сформованное из раствора ПВС без добавления глицерина, практически не содержит явно видимых дефектов. При этом если требуется получить материал с нановолокнистой структурой и четкими границами нановолокон, то рекомендуется, чтобы содержание глицерина в растворе не превышало 8 %.

Однако, если стоит цель наработать материал, состоящий из плотной сетки или пленки, содержащих наноразмерные поры, то рекомендуется производить электроформование из раствора, содержащего от 8 до 10% глицерина – превышение данных пороговых значений существенно влияет на структуру и морфологию получаемых нановолокнистых материалов, а также на сам процесс электроформования. Таким образом, для получения нанопористой сетки с механизмом таргет-доставки лекарства может быть рекомендовано добавление в формовочный раствор до 8 % таргет-компонента [8].

Получение нановолокнистого материала косметологического назначения проводилось в два этапа. Первоначально, в течение 30 минут на подложку наносился 14-% раствор поливинилового спирта с добавлением 4 % глицерина для снижения вероятности проникновения следующего слоя в подложку, что, в свою очередь, значительно повышает адгезию. Следующим этапом осуществлялось нанесение композиционного прядильного раствора с содержанием 40% раствора (0,2 г фиброина в пробе на 5,5 г) и 60% раствора 16% поливинилового спирта в течение 30 минут. Оба этапа осуществлялись на лабораторной установке для электроформования Fluidnatek LE-50.

В качестве подложки использовалась подкладочная полиэфирная ткань. Был осуществлен рациональный выбор параметров процесса электроформования при которых получение двухслойных нановолокнистых материалов косметологического назначения протекает стабильно.

Материалы для медицины и косметологии должны отвечать строгим требованиям по составу, времени и характеру биodeградации, а они, в свою очередь, зависят от структуры и морфологии нановолокнистого материала. Таким образом, важным вопросом является определения диаметра нановолокон и оценка закона его распределения, как для корректной статистической обработки экспериментальных данных, так и для анализа процесса электроформования. Для визуализации структуры и измерения диаметров нановолокон электроформованного материала были получены изображения верхнего и нижнего слоев при различном увеличении с использованием электронного сканирующего микроскопа LEO 1420 (Carl Zeiss, Германия), которые представлены на рис. 1 и 2 соответственно.

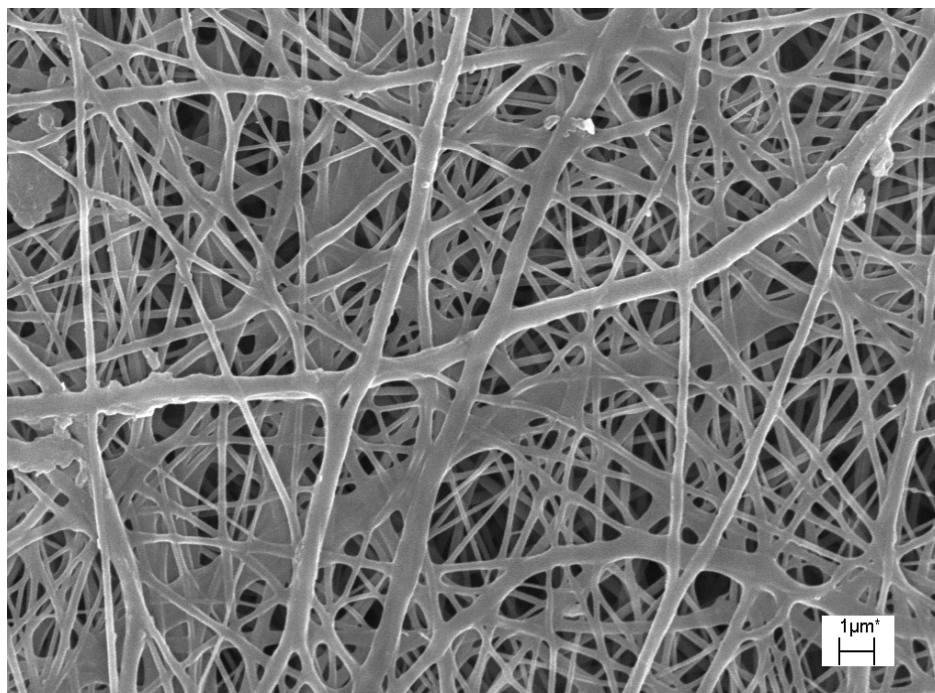


Рис. 1. Изображение верхнего слоя полученного наноматериала при увеличении в 15000 раз



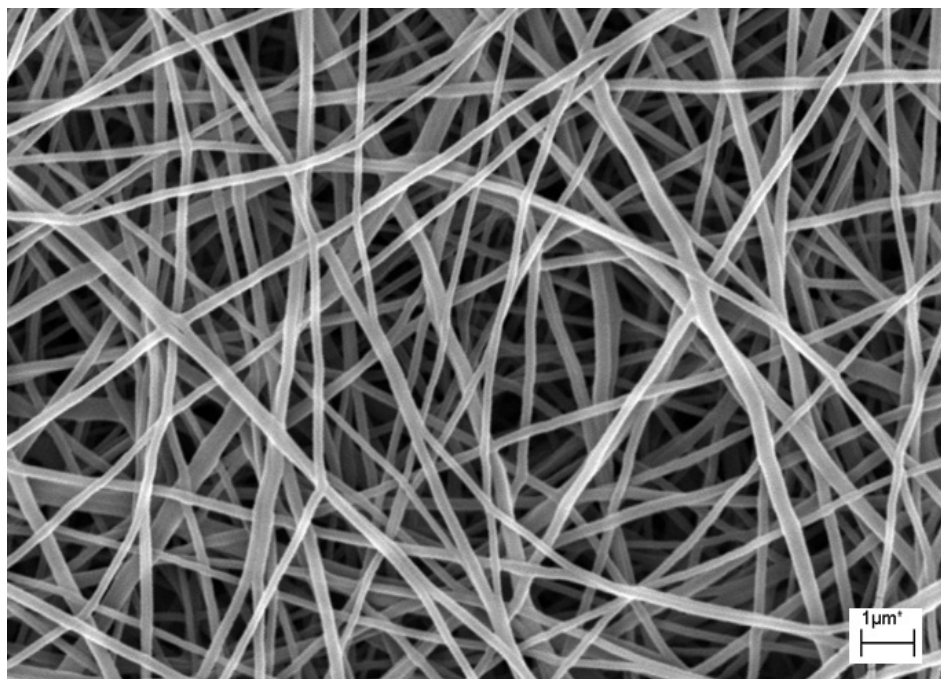


Рис. 2. Изображение нижнего слоя полученного наноматериала при увеличении в 15000 раз

Ранее было установлено, что расщепление полимерной струи в зоне между эмиттером и коллектором установки может рассматриваться по аналогии с процессом дробления частиц в других отраслях производства. Академик А.Н. Колмогоров предложил модель, аналитически доказывающую возникновение логнормального распределения размеров частиц при дроблении в случае отсутствия зависимости скорости дробления частиц от их размеров. В процессе формирования нановолокон расщепление струи прядильного раствора осуществляется не за счет взаимодействия отдельных струй, а вследствие воздействия на них электрического поля. Если считать процесс расщепления струи стационарным при условии постоянства скорости расщепления струй на всем пути от эмиттера до коллектора, то соответствие распределения логнормальному закону может использоваться в качестве одного из критериев стабильности процесса электроформования [9].

Гипотеза о том, что распределение диаметров волокон значений в образце подчиняется конкретному закону, принимается при условии, что расчетное значение критерия  $\chi^2$  меньше критического значения, определяемого с учетом доверительной вероятности и числа степеней свободы. Обработка результатов измерений осуществлялась с использованием программы Statistica for Windows. Значения критерия  $\chi^2$  сопоставлялись с критическими значениями  $\chi^2_{кр}$  при заданной доверительной вероятности 0,99 и скорректированных значениях числа степеней свободы  $f_{корр}$ , установленных для каждого конкретного образца. Гистограммы распределения нановолокон по диаметру представлены на рисунках 3 и 4.

Таблица 1

Характеристика получаемых нановолокон

Слой	Средний диаметр волокон, нм	Коэффициент вариации по диаметру волокна %	Оценка соответствия распределения логнормальному закону		
			$\chi^2$	$\chi^2_{кр}$	$f_{корр}$
Верхний (с добавлением раствора фиброина)	306,24	51,49	4,31	20,1	8
Нижний (с добавлением глицерина)	187,30	30,11	3,22	6,64	1

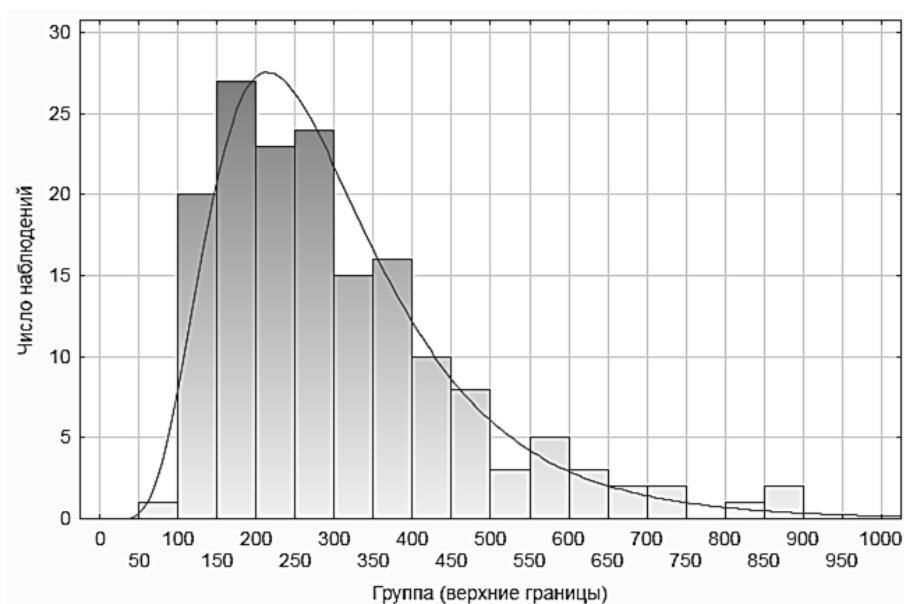


Рис. 3. Гистограмма распределения нановолокон по диаметру в верхнем слое наноматериала

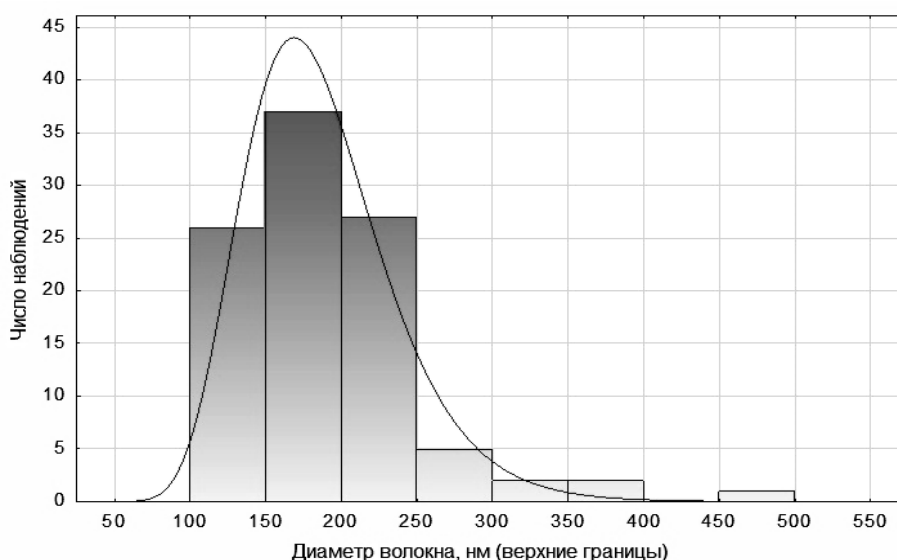


Рис. 4. Гистограмма распределения нановолокон по диаметру в нижнем слое наноматериала

В результате анализа структуры двухслойного нановолокнистого материала установлено, что распределение волокон по диаметру соответствует логнормальному закону. Это в свою очередь может свидетельствовать о том, что процесс электроформования двухслойного наноматериала протекает стабильно. Можно отметить, что повышение концентрации поливинилового спирта в формовочном растворе, а также добавление в него раствора фибрина приводит к увеличению диаметра волокон, более чем в 1,5 раза, и соответствующему повышению неравномерности волокон по диаметру. При этом важно обратить внимание на то, что указанный факт не повлиял существенно на скорость растворения получаемого материала.

Так же, проанализировав полученные изображения, стоит отметить, что наличие значительного количества соли хлорида кальция влияет на морфологию отдельных волокон, а то есть образует утолщения, которые вполне вероятно, являются микрогранулами данной соли. В целом, поверхность полученного материала равномерна, без выраженных дефектов.

Присутствие частиц соли на отдельных волокнах материала, в данном случае, не рассматривается в качестве дефекта. Хлорид кальция широко применяется в медицине и оказывает на организм человека гемостатическое, дезинтоксикационное, противовоспалительное действия. Так же хлорид кальция применяется и в косметологии, как

средство для механического и химического пилинга. При взаимодействии хлорида кальция со щелочами, образуются гранулы соли карбоновых кислот, которые в свою очередь выступают как скраб для кожи.

В свою очередь, фиброин шелка, также используется в косметологии и выступает как влагоудерживающее средство для любого типа кожи. Глицин, который является основной аминокислотой фиброина, за счет своей низкой молекулярной массы легко абсорбируется кожей и вызывает ускорение метаболизма клеток кожи, что в свою очередь ускоряет заживление микротрещин на коже. Так же обладает антиоксидантными свойствами, то есть проникая в глубинные слои кожи, он защищает клеточные мембраны от окисления свободными радикалами. Таким образом, такой двухслойный наноматериал можно применять как косметологическое средство для удаления ороговевшего слоя кожи.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Филатов ЮН. Электроформование волокнистых материалов (ЭФВ-процесс). // Под редакцией В.Н. Кириченко. - М.: ГНЦ РФ НИФХИ им.Л.Я. Карпова, 1997.
2. Kundu, B. Silk fibroin biomaterials for tissue regenerations / B. Kundu, R. Rajkhowa, S.C. Kundu, X. Wang // *Adv. Drug Deliv. Rev.* – 2013. – Vol. 65. – P. 457-470.
3. Wen, D.L. Recent progress in silk fibroin-based flexible electronics / D.L. Wen, D.H. Sun, P. Huang, W. Huang, M. Su, Y. Wang, M.D. Han, B. Kim, J. Brugger, H.X. Zhang, X.S. Zhang // *Microsyst. Nanoeng.* – 2021. – Vol. 7. – P. 35-60.
4. Петров А.В. Критериальные параметры оценки растворов полимеров для электроформования волокон / А.В. Петров, И.Д. Симонов-Емельянов, Ю.Н. Филатов // *Вестник МИТХТ.* – 2012. – Том 7. - №5. – с. 103-107.
5. Попова, И. Н. Экономика производства и применения полимеризационных пластмасс / И. Н. Попова, Е. Д. Файнберг, Ю. Т. Лившиц. – Ленинград : Химия, 1977. – 200 с.
6. Рыклин, Д.Б. Получение многослойных нановолокнистых материалов методом электроформования / Д.Б. Рыклин, Н.Н. Ясинская, М.А. Демидова, В.М. Азарченко // *Международный научно-технический симпозиум «Повышение энергоресурсоэффективности и экологической безопасности процессов и аппаратов химической и смежных отраслей промышленности» в рамках 3-го Международного Косыгинского форума / РГУ им. Косыгина.* – Москва, 2021. – С. 168 – 172.
7. Zhang, Y., Deng, L., Zhong, H., Pan, J., Li, Y., Zhang, H. Superior water stability and antimicrobial activity of electrospun gluten nanofibrous films incorporated with glycerol monolaurate // *Food Hydrocolloids.* – 2020. – V. 109. – Art. 106116.
8. Рыклин, Д.Б. Оценка влияния добавки глицерина в прядильный раствор на структуру электроформованных материалов / Д.Б. Рыклин, Н.Н. Ясинская, М.А. Демидова, В.М. Азарченко // *Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоемкие технологии и материалы (SMARTEX).* – 2020. – №1. – с. 88-93.
9. Рыклин Д.Б. Обоснование закона распределения нановолокон по диаметру в материалах, полученных методом электроформования / Д.Б. Рыклин, М.А. Демидова, В.М. Азарченко, К.В. Скроцкая // *Изв. вузов. Технология текстильной промышленности.* – 2021, № 4. С. 121...128.

**МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ  
НОВЫХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СРЕДСТВ  
ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК  
НА ПРОДАВЛИВАНИЕ ГЕОТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

**METROLOGICAL SUPPORT  
OF NEW MEASURING INSTRUMENTS FOR DETERMINING  
THE MECHANICAL CHARACTERISTICS OF PUNCHING  
GEOTEXTILE MATERIALS**

Г.В. Широкова, Н.А. Онипченко, А.В. Иванов, Б.Н. Гусев  
G.V. Shirokova, N.A. Onipchenko, A.V. Ivanov, B.N. Gusev

Ивановский государственный политехнический университет  
Ivanovo State Polytechnic University

E-mail: tw.shikine@gmail.com, onipchenko.nikita@yandex.ru, ivavtex@mail.ru,  
gusevbnboris@yandex.ru

Современная стратегия развития текстильной и легкой промышленности предполагает техническое перевооружение и модернизацию не только процессов производства продукции предприятий, но и существующих методов испытаний текстильных материалов и изделий с учётом последних достижений информационных технологий. Данное требование относится и к производству геотекстильных материалов как категории технических текстильных материалов (полотен), широко применяющихся в различных областях строительства (например, при строительстве автомобильных и железных дорог). Для названных строительных объектов используются нетканые, тканые и мембранные полотна, композитные материалы на их основе. В технических условиях на геотекстильные полотна различного вида в соответствии с выполняемыми ими функциями в дорожном полотне основными показателями качества являются механические характеристики, для определения которых необходимы современные средства испытаний. В работе на основе новых технических решений обосновывается необходимость дальнейшего совершенствования метрологического обеспечения измерительных средств для испытания по механическим характеристикам различных видов геотекстильных полотен (тканых, нетканых, трикотажных, мембранных).

**Ключевые слова:** геотекстильные полотна, методы испытания, динамическое продавливание, метрологическое обеспечение.

The modern strategy for the development of the textile and light industry involves technical re-equipment and modernization of not only the production processes of enterprises, but also existing methods of testing textile materials and products, taking into account the latest achievements of information technology. This requirement also applies to the production of geotextile materials as a category of technical textile materials (canvases) widely used in various fields of construction (for example, in the construction of roads and railways). Non-woven, woven and membrane fabrics, composite materials based on them are used for these construction projects. In the technical conditions for geotextile webs of various types, in accordance with the functions they perform in the roadbed, the main quality indicators are mechanical characteristics, which require modern testing tools to determine. In the work on the basis of new technical solutions justifies.

**Keywords:** geotextile fabrics, testing methods, dynamic punching, metrological support.

Современная стратегия развития текстильной и легкой промышленности на период до 2030 года предполагает конкретную технологическую поддержку, которая предусмотрена за счет технического перевооружения и модернизации не только производственного оборудования, но и существующих методов испытаний текстильных материалов и изделий [1]. Данное требование относится и к производству геотекстильным материалам как категории технических текстильных материалов (полотен), широко применяющихся в различных

областях строительства (например, в основном при строительстве автомобильных и железных дорог). Для названных строительных объектов широко используются нетканые, тканые, трикотажные и мембранные полотна, композитные материалы на их основе и другие изделия.

В технических условиях [2] на геотекстильные полотна различного вида в соответствии с выполняемыми ими функциями в дорожном полотне основными показателями качества являются механические характеристики. Это прежде всего:

- показатель прочности при растяжении,  $\text{кН/м}^2$ ;
- относительное удлинение при максимальной нагрузке, %;
- показатель ударной прочности, мм;
- показатель прочности (усилия) при продавливании, кН.

Если для показателей прочности и удлинения геополотен для стандартных методов измерения имеются современные и автоматизированные отечественные технические средства (рис. 1, а, б), то для показателей на продавливание геополотен используется морально устаревшее оборудование в соответствии с нормативными документами [3, 4]



а

Разрывная машина И1140М-501-1  
производства ООО «ТОЧПРИБОР-КБ»  
(г. Иваново)



б

Разрывная машина ИР-100М  
производства компании  
«Метротест» с программным  
обеспечением «М-Test»  
(г. Нефтекамск)

Рис.1. Отечественные средства измерений

В частности, метод испытания на ударную прочность по ГОСТ Р ИСО 13433-2014 [3] использует устаревшую конструкцию, где единственным измеряемым параметром является диаметр отверстия, образующийся при фиксированной нагрузке от падающего с известной высоты и известной массы конуса. Данный параметр (диаметр отверстия) является косвенным, а не прямым, что снижает точность измерения. Кроме этого, в процессе измерения используется лишняя измерительная операции с применением измерительного конуса, что требует дополнительных затрат времени на осуществление самого процесса измерения.

Второй метод испытания по ГОСТ Р 56337-2015 [4] не позволяет определить усилие продавливания (как прямого параметра) как при фиксированном, так и при непрерывном движении конуса в испытываемом материале. В данном устройстве не предусмотрено применение различных форм поверхности элементов для продавливания, что является важнейшим условием при испытании геотекстильных полотен, применяемых для дорожного строительства. Кроме этого измерительные устройства по обоим методам не обладают современным уровнем автоматизации, а сам процесс измерения необходимым уровнем информатизации.

Учитывая конструктивные недостатки выше указанных измерительных устройств, кафедрами МТСМ и МиРЭ ИВГПУ были разработаны и запатентованы новые технические средства [5, 6]. Измерительное средство по патенту РФ на изобретение № 2623839 (Устройство для определения сопротивления геосинтетических материалов ударной динамической нагрузке) относительно технического средства по ГОСТ Р ИСО 13433-2014 обладает современным уровнем автоматизации и не использует дополнительно измерительный конус.



3. ГОСТ Р 56337-2015 Дороги автомобильные общего пользования. Материалы геосинтетические. Метод определения прочности при динамическом продавливании (испытание падающим конусом).
4. ГОСТ Р ИСО 13433-2014. Материалы геосинтетические. Метод определения перфорации при динамической нагрузке (испытание падающим конусом).
5. Патент на изобретение № 2623839 РФ, МПК G01L5/04 (2006.01). Устройство для определения сопротивления геосинтетических материалов ударной динамической нагрузке/ Лысова М.А., Грушина Ю.С., Кусенкова А.А., Грузинцева Н.А., Иванов А.В., Гусев Б.Н. – Оpubл. 29.06.2017, Бюл. № 18.
6. Патент на полезную модель № 171973 РФ, МПК G01N 3/42. Устройство для определения прочности геосинтетических материалов при динамическом продавливании/ Грушина Ю.С., Кусенкова А.А., Грузинцева Н.А., Иванов А.В., Семенов И.М., Гусев Б.Н.; заявл. 10.03.2017; опубл. 22.06.2017. Бюл. №18.

**АНАЛИЗ ИННОВАЦИОННЫХ ВНЕДРЕНИЙ В ИЗДЕЛИИ VESTIGATOR FIREFOX («ОГНЕСТОЙКИЙ СПАЛЬНИК ГЕГЕЛЬСКОГО»): МАТЕРИАЛЫ, КОНСТРУКЦИЯ, НАЗНАЧЕНИЕ, ПЕРСПЕКТИВЫ**

**ANALYSIS OF INNOVATIVE IMPLEMENTATIONS IN THE PRODUCT VESTIGATOR FIREFOX "FIRE-RESISTANT HEGELSKY SLEEPING BAG": MATERIALS, DESIGN, PURPOSE**

О.П. Гегельский<sup>1</sup>, В.В. Иванов<sup>2</sup>  
O.P. Hegelsky, V.V. Ivanov

<sup>1</sup>ИП, Школа выживания VESTIGATOR (Москва)

<sup>2</sup>ООО «Термопол» (Москва)

<sup>1</sup>IE, VESTIGATOR Survival schools (Moscow)

<sup>2</sup>Thermopol, Limited Liability Company (Moscow)

E-mail: gegelsky\_info@mail.ru, i-vlad@inbox.ru

В статье представлены результаты разработки и внедрения в инновационное изделие Vestigator Firefox («Огнестойкий спальник Гегельского»): огнестойких тканей и нетканых материалов Холлофайбер® СОФТ НГ, особенности конструкции, назначения, широкие перспективы внедрения в промышленность РФ.

Ключевые слова: огнестойкие нетканые материалы, спальник Гегельского, Термопол, Холлофайбер СОФТ НГ, Vestigator Firefox.

**Abstract.** The article presents the results of the development and introduction of fire-resistant fabrics (Vestigator Firefox) and non-woven materials Hollowfiber® SOFT NG into an innovative product, design features, purpose, broad prospects for introduction into the industry of the Russian Federation.

**Keywords:** fire-resistant nonwovens, Hegelsky sleeping bag, Thermopol, Hollowfiber SOFT NG, Vestigator Firefox.

Актуальность разработки и тестирования изделия Vestigator Firefox - «Огнестойкий спальник Гегельского» (далее – ОСГ) продиктована несколькими факторами: отсутствием подобных продуктов на рынке РФ, многофункциональностью и универсальностью изделия, отнесённостью изделия к продукции «двойного назначения» (узкопрофильное военное применение, широкое гражданское использование [1]).

В ОСГ реализованы приводимые ниже инновационные решения в области применения материалов, конструкции и эксплуатации, которые позволяют рассматривать изделие в принципиально новой категории: «спальный мешок с огнестойкими свойствами», которая полностью отсутствует как в зарубежной классификации, например, DIN EN ISO 23537 (ранее широко распространённый стандарт EN 13537 «Sleeping Bag Requirements» (Требования к спальным мешкам), так и в нормативных документах МО РФ (где можно встретить различные модификации спальных мешков, но ни одного огнестойкого: спальник армейский уставной, мешок спальный летний снайперский, мешок спальный демисезонный снайперский, мешок спальный зимний снайперский, мешок спальный для жаркого климата, мешок спальный для особо холодного климата, мешок спальный универсальный, мешок спальный высокогорный, мешок спальный зимний морской специальный, специальный спальный мешок в чехле (с вкладышами и пр. [2])); действующий же ГОСТ [3] на спальные мешки вообще не учитывает применение высокотехнологичных огнестойких синтетических материалов:

– негорючие свойства позволяют эксплуатировать изделие не только как обычный штатный (туристический) спальный мешок, но и в экстремальных ситуациях для



отдыха/восстановления/обогрева у открытых источников огня. Это единственное из известных на сегодня изделий (не только в России, но и за ее пределами) в этом сегменте, которое позволяет, например, быстро полностью высушить одежду на себе и обогреться на открытом воздухе (у костра) при минусовых температурах, после попадания в ледяную воду;

– конструкционные особенности данного изделия направлены на безопасную и эффективную работу с оружием, пиротехническими средствами сигнализации, боеприпасами, приборами, снаряжением, амуницией (хранение во время отдыха/сна, манипуляции и применение при необходимости);

– прочностные характеристики покровной ткани (на разрыв, порез, долговременное трение ит. д.) дают возможность без боязни использовать изделие не только по прямому назначению, но и как средство эвакуации личного/коллективного имущества или пострадавшего/раненного как штатно, так и в нештатных ситуациях (например – при внезапном огневом контакте).

Целостность спальника ОСГ при взаимодействии с источником открытого огня обеспечивает не только огнестойкая ткань верха, но и огнестойкий утеплитель Холлофайбер® производства завода нетканых материалов «Термопол» (г.Москва) с 3 индексом ограниченного распространения пламени. Производитель данных материалов также отмечает целесообразную возможность в инновационных спальниках применять наряду с артикулом Холлофайбер® СОФТ НГ от 150 г/м<sup>2</sup> до 300 г/м<sup>2</sup>, запатентованные материалы Холлофайбер® КАРБО [4].

Именно критерий огнестойкости ОСГ создаёт возможность полноценного восстановления человека посредством отдыха в бодрствующем состоянии или сна в комфортных температурных условиях, в том числе у открытых источников пламени, сильно нагреваемых приборов, источников энергии, а также если пользователь изделия по роду своей деятельности связан с работой в полевых условиях (включая работу в незащищенных условиях, под открытым небом). В 2021-2022 гг. данные были подтверждены отчётами натуральных тестов, состоявшихся на Алтае, в Карелии, Подмосковье в различных сезонах, при различных температурных режимах [5].

Среди прочих особенностей применения инновационных материалов и конструкции изделия ОСГ отмечаются также возможность иметь в прямом доступе короткоствольное оружие и боеприпасы к нему (а так же сигнальные средства) во время отдыха (сна), возможность безопасно хранить оружие внутри спальника во время отдыха, возможность моментально открыть прицельный огонь в первые секунды огневого контакта с противником не покидая спальника, наличие специальных карманов для хранения внутри спальника карт, фонаря, запасных батарей, что снижает скорость разрядки батарей и дает возможность работать с картой внутри спальника при низких температурах, не нарушая светомаскировки и в удобное до/после отдыха время, наличие наружных карманов, удобных для хранения любой документации, включая сопровождающие документы (для раненного, пострадавшего), внешние и внутренние карманы устроены по принципу сквозного доступа (и снаружи внутрь и изнутри наружу), что так же позволяет свободно манипулировать снаружи спальника с оружием, оборудованием и приборами через эти карманы, не покидая спальника; наличие эвакуационной петли, которая позволяет не только быстро эвакуировать раненного/пострадавшего в безопасную близлежащую точку, но и моментально вынести (волоком) с точки отдыха личное имущество, вооружение, оборудование и снаряжение при внезапном (во время отдыха (сна) огневом контакте; наличие специальных дополнительных строп вдоль спальника, которые дают возможность быстро соорудить из подручных средств (шестов) удобные носилки для транспортировки раненного/пострадавшего, либо же, в отсутствие шестов - транспортировке путем удержания за петли, образованные эвакуационной стропой. Прочность ткани верха в изделии ОСГ позволяет транспортировку волоком на большие расстояния по снегу, песку, грунтам, по каменистым поверхностям, стеклу. Огнестойкие свойства спальника позволяют быстро сушить личные вещи и групповое снаряжение внутри спальника у открытых источников огня высокой интенсивности без

имущественных потерь и порчи имущества. Следует учесть в изделии ОСГ эвакуационная петля и эвакуационные продольные стропы совместимы с системой эвакуационного крепежа на акье, санях-волокушах для эвакуации пострадавших в горах. Для совершенствования технологий и материалов целесообразно опираться на имеющийся успешный опыт в разработке утепленной зимней униформы, перспективные подходы к повышению термоизоляционных свойств одежды [6], материалы со свойствами саморегуляции, smart-textile [7].

Изделие ОСГ рекомендуется использовать и как самостоятельный огнестойкий спальник, в котором можно находиться длительное время у открытого источника огня, у костра, с температурой комфорта в пределах  $0^{\circ}\text{C}$ ,  $-10^{\circ}\text{C}$ , так и применять как чехол для дорогостоящих спальников из легкогорючих материалов (пух, перо, синтетика и пр.) в условиях критически низких температур. Данный принцип применения обозначается как «мешок-в-мешок».

К особенностям изделия ОСГ, обусловленным подбором соответствующих материалов и фурнитуры, а главное, назначением изделия, его многофункциональностью и универсальностью, - можно отнести сравнительно высокий вес – 7 кг, что ниже веса ватного спальника геологического (до 8,2-8,5 кг), но выше спального мешка уставного 3307153 (3,2 кг). Очевидно, что данные изделия сопоставимы лишь условно.

Анализируя зарубежный опыт и решения изделий с некоторыми сходными элементами, можно отметить, что и импортная продукция не имеет буквальных аналогов многофункциональному изделию ОСГ. Однако, например, в изделии турецкой инновационной компании Calcan Industries существует многофункциональный продукт Sedye olabilen askeri uyku tulumu (военный спальник с носилками). Однако назвать его аналогом не представляется возможным.

Характеризуя критерии теплозащитных характеристик, важно учитывать универсальные свойства базовых синтетических утеплителей Холлофайбер<sup>®</sup>, с 1 индексом ограниченного распространения пламени, традиционно актуальных для производства спальников (СОФТ, Волюметрик, Профи и пр.), многоаспектно исследованных и рекомендованных к применению в диапазоне до  $-30^{\circ}\text{C}$  в промышленности ещё в 2006 году НИИ медицины труда и ЦНИИ швейной промышленности [9], в сопоставлении с «эволюционными материалами», модификациями, предлагаемыми для изделия ОСГ – Холлофайбер<sup>®</sup> Софт НГ и Холлофайбер<sup>®</sup> Карбо с 3 индексом ограниченного распространения пламени, - и в сопоставлении с натуральными материалами, в частности, пух, перо, вата, олений волос (ворс).

Так, Северо-восточный федеральный университет (г. Якутск) в партнёрстве с ФАПК «Сахабулт» провёл сопоставительные измерения коэффициента теплопроводности оленьего волоса, сравнение с синтетическими волокнами и натуральной ватой. Были получены данные, что олений волос обладает меньшей теплопроводностью, чем синтепон и вата, но большей чем «Холлофайбер Софт 100», из был сделан вывод, что «...лучшим современным теплоизолятором служит всё-таки «Холлофайбер» [10]. Для мониторинга температуры внутри исследуемых спальников и пуховиков якутскими учёными был изготовлен манекен длиной 1,6 м и повторяющий конституцию человека. В характерных точках манекена прикреплялись датчики температуры. Манекен с датчиками, одетый в пуховик или в спальном мешке, помещался в морозильный ларь. По мере охлаждения манекена фиксировалась динамика понижения температуры.

В ближайших перспективах развития изделия ОСГ важно провести сопоставительные исследования на человекообразных манекенах, имеющих зональное распределение температур, подобное распределению температур человеческого тела. Данные виды работ предоставят репрезентативные данные для серийных изделий ОСГ.

Однако ещё одной возможной сложностью при потенциальном серийном внедрении изделия ОСГ, в частности при подборе материалов, важно учитывать существенный факт зависимости от импортных сырьевых комплектующих – химических волокон [8].

Существенным моментом настоящего исследования отмечается следующий ключевой факт: постановка прямой задачи от заказчика на разработку, тестирование и внедрение актуального изделия «Огнестойкий спальник Гегельского». В настоящее время подобные разработки носят инициативный характер при поддержке ООО «Термопол».

Выводы:

– изделием ОСГ целесообразно дополнить линейку утвержденной продукции «Спальный мешок (спальник) уставной ВКБО/ ВКПО (Ратник) 3307153» и следующие поколения экипировки и снаряжения с учётом имеющихся новых данных;

– для стимулирования развития отечественной текстильной и лёгкой промышленности, разработчиков и производителей материалов и комплектующих, учитывая процессы импортозамещения и технологического суверенитета, важно актуализировать вопрос создания национального стандарта «Огнестойкий спальный мешок»;

– изделие ОСГ в дальнейшем целесообразно рассматривать не просто как спальный мешок, но как систему эвакуации и первичное средство пожаротушения с возможностью наличия в каждом доме, каждой квартире, каждой офисной структуре на случай чрезвычайных ситуаций, СВО, КТО, военных действий и пр.;

– по изделию ОСГ целесообразно оперативно провести дополнительные исследования по применению элементов изделия в качестве раневых и кровоостанавливающих покрытий [11], защитных масок для дыхания, аквафльтрации и пр.

– принцип действия изделия ОСГ целесообразно распространить на защитные тенты и чехлы для дорогостоящей техники; аварийных комплектов гражданской и частной авиации, морского транспорта;

– предусмотреть для производителей возможность конструктивных дополнений и изменений изделия ОСГ: спальник-одеяло, спальник-кокон, спальник-квилт (quilt), спальник-нога, состёгивающиеся спальники и пр.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Корпоративный сайт «Холлофайбер», hollowfiber.ru [Электронный ресурс]. – Электронн. текстовые данн. ООО «Термопол». – 2021. – Режим доступа: <https://hollowfiber.ru/main/info/novosti/ognennoe-ispyitanie-dlya-spalnika-s-xollofajber>
2. Правовая система ГАРАНТ, garant.ru. [Электронный ресурс]. – Электронн. текстовые данн. - Приказ Министра обороны РФ от 14 августа 2017 г. N 500 "О вещевом обеспечении в Вооруженных Силах Российской Федерации на мирное время" (с изменениями и дополнениями). - 2022. – Режим доступа: <https://base.garant.ru/71762820/?ysclid=18tyxpdve384233666>
3. ГОСТ 30332-95/ГОСТ Р 50576-93. Межгосударственный стандарт. Изделия перо-пуховые. [Электронный ресурс]. – Электронн. текстовые данн. - - 2022. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200015091?ysclid=18tzdat7m0677287470>
4. Мезенцева Е.В., Махов С.А., Назарцев А.А., Гонтарь В.А., Иванов В.В.: Нетканый теплоизоляционный огнестойкий дугостойкий материал // Патент № 2702642. Заявка № 2019110895 от 11.04.19; опубл. 09.10.2019.
5. Отчёты о проведении волонтерских тестов по проекту «Огнестойкий спальник Гегельского» для ООО «Термопол» [Текст] / Москва, 2022. – 17 с.- (ДСП / Арх. ООО «Термопол»).
6. Мезенцева Е.В. Перспективные подходы к повышению термоизоляционных свойств одежды: «следующие шаги», технологии, инновации / Е.В. Мезенцева, В.В. Иванов, В.Ю. Мишаков. // тез. докл. XXI международного научно-практического форума «Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоемкие технологии и материалы (SMARTEX-2018)»: матер.форума, 26-28 сентября 2018 года. – Иваново: ИВГПУ, 2018. – Ч.2. – С.82-87.

7. Мезенцева Е.В., Мишаков В.Ю., Махов С.А., Назарцев А.А., Гонтарь В.А., Иванов В.В. Нетканый теплоизоляционный материал с эффектом термогенерации // Патент № 2690573. Заявка № 2018134592 от 02.10.18; опубл. 04.06.19
8. Иванов, В.В. К проблеме зависимости технического текстиля от углеводородного сырья / В.В. Иванов, Е.В. Мезенцева, А.В. Силаков // тез. докл. международного научно-технического симпозиума «Экономические механизмы и управленческие технологии развития промышленности» Международного Косыгинского Форума «Современные задачи инженерных наук» (29-30 октября 2019 г.): сборник материалов.– М.: ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина», 2019, Часть 1. – с. 10-15.
9. Отчёт по результатам исследования спальных мешков, имеющих в качестве утеплителя материалы «Холлофайбер Софт», представленных ООО «Термопол», 2006 г. ГУ НИИ медицины труда РАМН. - [Текст] / Москва, 2022. – 10 с.- (ДСП / Арх. ООО «Термопол»).
10. Солдатов, С. Н. Исследование теплозащитных свойств продукции АО ФАПК "Сахабулт" / С. Н. Солдатов, К. А. Неустроева, М. А. Сыромятникова // Norwegian Journal of Development of the International Science. – 2019. – № 10-1(35). – С. 22-30. – EDN RTPZRW.
11. Лисаневич, М. С. Исследование потребительских характеристик материалов Холлофайбер® для раневых покрытий / М. С. Лисаневич, Р. Ю. Галимзянова // Бутлеровские сообщения. – 2021. – Т. 67. – № 8. – С. 42-46. – DOI 10.37952/ROI-jbc-01/21-67-8-42. – EDN YULOXL.
12. Корпоративный сайт Calcan industries [Электронный ресурс]. – Электронн. текстовые данн. – 2022. – Режим доступа: <https://calcanindustries.com/author/calcan/>

## СОДЕРЖАНИЕ

1. **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ФУРЬЕ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НЕРАВНОМЕРНОСТИ УГЛА ПЛЕТЕНИЯ В СТРУКТУРЕ ТЕКСТИЛЬНЫХ ПРЕФОРМ** 5  
С.В. Ершов, И.П. Горнаков, Е.Н. Калинин
2. **ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПОВЫШЕНИЯ РЕСУРСА НОЖЕЙ РАСКРОЙНЫХ МАШИН** 9  
А.А. Гвоздев, Т.А. Комарова
3. **ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ МОНОНИТЕЙ ИЗ СУПЕРКОНСТРУКЦИОННЫХ ТЕРМОПЛАВКИХ ПОЛИМЕРОВ ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ ТЕКСТИЛЬНЫМИ ТЕХНОЛОГИЯМИ** 13  
Д.А. Мирошниченко, Т.В. Смирнова, И.В. Мусов, А.Л. Слонов
4. **АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ВНЕДРЕНИЙ ВТОРИЧНОГО ВОЛОКНИСТОГО ПЭТФ-СЫРЬЯ ПРОИЗВОДСТВА КОМПАНИЙ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН В НЕТКАНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПРОИЗВОДСТВА КОМПАНИЙ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ** 17  
Е.Б. Письменская, А.В. Силаков, С.Ш. Ташпулатов, В.В. Иванов
5. **ТЕКУЩЕЕ СОСТОЯНИЕ ЛЬНЯНОГО КОМПЛЕКСА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ** 24  
А.И. Рыжов
6. **ПРИМЕНЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ЗАВИСИМОСТЕЙ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ АНАЛИТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ НЕТКАНЫХ МАТЕРИАЛОВ** 27  
Ю.М. Трещалин
7. **МЕТОДОЛОГИЯ АНАЛИТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ НЕТКАНЫХ МАТЕРИАЛОВ** 32  
Ю.М. Трещалин, М.Ю. Трещалин
8. **МОЛЕКУЛЯРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТРИБОТЕХНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ НЕИОНОГЕННЫХ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ** 36  
О.В. Блинов, В.Б. Кузнецов, Е.Н. Калинин, В.А. Годлевский, С.А. Нефедов
9. **РАЗВИТИЕ ПРОГРЕССИВНЫХ «ЗЕЛЕННЫХ» ТЕХНОЛОГИЙ КРАШЕНИЯ И ОТДЕЛКИ ТЕКСТИЛЯ В СРЕДЕ СВЕРХКРИТИЧЕСКОГО ДИОКСИДА УГЛЕРОДА** 42  
Н.П. Пророкова
10. **ВЛИЯНИЕ ЛИПКОСТИ КЛЕЕВОГО МАТЕРИАЛА НА АДГЕЗИОННУЮ ПРОЧНОСТЬ СОЕДИНЕНИЙ В ТЕКСТИЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЯХ** 48  
О.В. Метелева, Л.И. Бондаренко

11.	<b>ТЕКСТИЛЬНЫЕ ВОЛОКНА В ЦЕМЕНТНЫХ КОМПОЗИТАХ</b> Ю.А. Щепочкина	54
12.	<b>ФИЛОСОФИЯ АПСАЙКЛИНГА И ПРАКТИКА ЦИФРОВОГО РЕДИЗАЙНА МЕХОВЫХ ИЗДЕЛИЙ</b> К. Али кызы, М.А. Гусева, Е.Г. Андреева, А. Швайбович	57
13.	<b>РАЗРАБОТКА МЕТОДИК ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ХИРУРГИЧЕСКИХ ШОВНЫХ МАТЕРИАЛОВ</b> М.Ф. Ануфриева, Л.И. Осипова, А.В. Курденкова, Я.И. Буланов	63
14.	<b>МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ШВОВ В 3Д МОДЕЛЯХ ШВЕЙНЫХ ИЗДЕЛИЙ</b> Е.О. Архипова, В.В. Гетманцева	69
15.	<b>ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЦИКЛОДЕКСТРИНА ПРИ БАКТЕРИЦИДНОЙ ОТДЕЛКЕ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ</b> З.А. Асхабова, А.А. Токарева, Е.Л. Владимирцева	73
16.	<b>ЭКСПЕРТНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВА ШВЕЙНЫХ ИЗДЕЛИЙ</b> Ш. Бабагелдиев, Е.Н. Власова	76
17.	<b>ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ВОЛЕЙБОЛЬНЫХ НАКОЛЕННИКОВ</b> В.Д. Беликова, Я.И. Буланов, А.В. Курденкова	79
18.	<b>СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ШВЕЙНОЙ ПРОДУКЦИИ НА ОСНОВЕ РЕЗУЛЬТАТОВ МАРКЕТИНГОВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ</b> А.С. Белякова, О.В. Метелева	84
19.	<b>ВЛИЯНИЕ МЕТАЛЛСОДЕРЖАЩИХ НАНОЧАСТИЦ НА СВОЙСТВА ПОЛИПРОПИЛЕНОВОЙ НИТИ С ПОКРЫТИЕМ НА ОСНОВЕ ПОЛИТЕТРАФТОРЭТИЛЕНА</b> Д.А. Блинов, С.А. Касаткин, С.Ю. Вавилова, Т.А. Кумеева, Н.П. Пророкова	89
20.	<b>ВОЗМОЖНОСТИ ТРИКОТАЖНОГО ПЛОСКОВЯЗАЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ В ДИЗАЙНЕ КОСТЮМА</b> М.В. Бондаренко	94
21.	<b>ПОЛУЧЕНИЕ ВОЛОКНИСТЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ НАТУРАЛЬНОГО И МОДИФИЦИРОВАННОГО МОНТМОРИЛЛОНИТА</b> Ф.А. Быков, Е.Л. Владимирцева	98
22.	<b>ВЛИЯНИЕ НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЛИПРОПИЛЕНОВЫХ НИТЕЙ С ПОЛИТЕТРАФТОРЭТИЛЕНОВЫМ ПОКРЫТИЕМ ДОПИРОВАНИЯ ЕГО ЦИНКСОДЕРЖАЩИМИ НАНОЧАСТИЦАМИ, СТАБИЛИЗИРОВАННЫМИ УЛЬТРАДИСПЕРСНЫМ ПОЛИТЕТРАФТОРЭТИЛЕНОМ</b> С.Ю. Вавилова, Н.П. Пророкова, В.И. Халдин, А.С. Сибрин	102

23.	<b>ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ВЛАГОТДАЧИ ТРИКОТАЖНЫХ СЛОИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ ИЗ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ НИТЕЙ</b> А.С. Воробьева, Н.В. Скобова, Н.Н. Ясинская, А.В. Горохова	107
24.	<b>ОТХОДЫ ПРОИЗВОДСТВА СИЗК КАК СЫРЬЕ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ</b> И.А. Гильдеев, Р.Р. Мустафина, А.А. Азанова, А.А. Сухова	112
25.	<b>РАЗРАБОТКА И АНАЛИЗ СВОЙСТВ АВТОРСКОЙ КОЛЛЕКЦИИ ОДЕЖДЫ</b> А.А. Голицкова, Е.Н. Власова	115
26.	<b>ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК НЕТКАНЫХ УТЕПЛИТЕЛЕЙ, СОДЕРЖАЩИХ КОНОПЛЮ</b> В.В. Гордеев, Д.Г. Сивков, Т.О. Гойс, М.А. Сташева	119
27.	<b>РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО МОДУЛЯ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ СБОРА ВХОДЯЩИХ ДАННЫХ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ШВЕЙНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ ПРИ РАБОТЕ С ИНДИВИДУАЛЬНЫМИ КЛИЕНТАМИ</b> В.В. Григорьева	123
28.	<b>МЕТАЛЛСОДЕРЖАЩИЕ ТКАНИ С ЭФФЕКТОМ ИК-РЕМИССИИ</b> Р.А. Гришин, А.Р. Зимнуров, О.В. Козлова	129
29.	<b>ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ПРОЦЕССЕ РАЗРАБОТКИ АВТОРСКОЙ КОЛЛЕКЦИИ ОДЕЖДЫ</b> И.А. Груздева, Н.А. Сахарова	132
30.	<b>МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ СВОЙСТВ ТРИКОТАЖНЫХ БЕЛЬЕВЫХ ИЗДЕЛИЙ</b> Й.А. Гулдурдыев, Е.Н. Власова	136
31.	<b>О РОЛИ ФАКТУРЫ ПОВЕРХНОСТИ МАТЕРИАЛОВ В ПОВЫШЕНИИ ФУНКЦИОНАЛЬНОСТИ РЕАБИЛИТАЦИОННЫХ ШВЕЙНЫХ ИЗДЕЛИЙ</b> И.Д. Гусев, Е.Г. Андреева, Е.П. Арсеньева, М.А. Гусева	140
32.	<b>ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА ЭЛЕКТРОФОРМОВАНИЯ НА РАСХОД ФОРМОВОЧНОГО РАСТВОРА ПОЛИВИНИЛОВОГО СПИРТА</b> М.А. Демидова, Д.Б. Рыклин	146
33.	<b>ПРОГРАММА «ЦИФРОВОЙ СТИЛИСТ» – РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ ДЛЯ РОЗНИЧНОГО РИТЕЙЛА</b> К.М. Демьяненко, О.В. Сурикова	152
34.	<b>СОЦИАЛЬНО АКТИВНЫЕ БРЕНДЫ ОДЕЖДЫ. ИНКЛЮЗИВНЫЙ ПРОЕКТ «ДРУГИЕ БЕРЕГА» В КОЛЛАБОРАЦИИ С ПРЕДПРИЯТИЕМ «ВИОТЕКС»</b> К.М. Демьяненко	156

35.	<b>ИННОВАЦИОННЫЕ РАЗРАБОТКИ ТЕХНОЛОГИИ ПОДГОТОВКИ ЛЬНЯНЫХ ВОЛОКОН ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ</b>	160
	А.А. Жукова, С.А. Родионов, И.Г. Хосровян, Р.Р. Алешин, Г.А. Хосровян	
36.	<b>РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ АНТИБАКТЕРИАЛЬНОЙ ОТДЕЛКИ ДЛЯ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ МЕДИЦИНСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ</b>	163
	М.Д. Ильичева, А.Ф. Алёхина, Е.С. Власкина, Л.С. Петрова	
37.	<b>РАЗРАБОТКА ИНКЛЮЗИВНОЙ ОДЕЖДЫ В КОНТЕКСТЕ ОТВЕТСТВЕННОГО ПОТРЕБЛЕНИЯ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭКО-КОНЦЕПЦИИ</b>	168
	М.В. Зими́на, Л.Л. Чагина, В.В. Иванов	
38.	<b>ПОЛУЧЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПОКРЫТИЙ ИЗ ПИРОЭЛЕКТРИКОВ</b>	173
	Д.Ю. Кабанцев, А.Ю. Матрохин	
39.	<b>ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СВЕТОДИОДНОЙ ОТДЕЛКИ В ОДЕЖДЕ</b>	175
	А.Ю. Карамазова, В.В. Гетманцева	
40.	<b>ПРЕДПРИЯТИЯ ЛЁГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ И КОММЕРЧЕСКИЕ ЗАКУПКИ: СЕКТОР РАБОТЫ С ГОСУДАРСТВЕННЫМИ ЗАКАЗЧИКАМИ. ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ АСПЕКТЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА УЧАСТИЯ В КОММЕРЧЕСКИХ ЗАКУПКАХ</b>	181
	А.П. Киселев, А.В. Силаков	
41.	<b>ОЦЕНКА КАЧЕСТВА БОЕВОЙ ОДЕЖДЫ ПОЖАРНОГО И РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ЕЕ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ</b>	185
	М.В. Киселева, А.Д. Голицына, А.В. Курденкова, Я.И. Буланов	
42.	<b>ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ПЛАЩЕВЫХ МАТЕРИАЛОВ С РАЗЛИЧНОЙ ОТДЕЛКОЙ И ПРОПИТКОЙ</b>	190
	Ю.О. Коберник, В.В. Гетманцева, Е.Г. Андреева	
43.	<b>АВТОМАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА РЕГУЛИРОВАНИЯ УРОВНЯ ЖИДКОСТИ В АППАРАТЕ ИСКУССТВЕННОЙ ПОГОДЫ</b>	196
	Ю.С. Комбаров, М.В. Годунов, Д.В. Масанов, С.Н. Виниченко	
44.	<b>ОЦЕНКА ФОТОКАТАЛИТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ИНТЕРФЕРЕНЦИОННЫХ ПИГМЕНТОВ НА ОСНОВЕ ГИБРИДНЫХ ОКСИДОВ</b>	201
	Е.Д. Коробова, Н.В. Дашенко	
45.	<b>РАСЧЕТ ПРОЧНОСТИ КРУЧЕНОЙ ЛЬНЯНОЙ ПРЯЖИ</b>	206
	А.И. Короткова, Т.И. Полякова	



46.	<b>ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ПРОЦЕССА МЕРСЕРИЗАЦИИ НА КАЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ СМЕСОВОЙ ТКАНИ СОСТАВА ХЛОПОК-ЛЁН-ВИСКОЗА</b>	209
	О.Д. Кроткова, А.Н. Конов, Н.И. Замыслова	
47.	<b>АНТИБАКТЕРИАЛЬНЫЕ ТЕКСТИЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, МОДИФИЦИРОВАННЫЕ БИКОМПОНЕНТНЫМИ НАНОЧАСТИЦАМИ МЕТАЛЛОВ</b>	215
	Е.В. Кудрявцева, А.А. Буринская	
48.	<b>ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ СОСТАВА ИНТЕРФЕРЕНЦИОННЫХ ПИГМЕНТОВ НА ИХ ФОТОКАТАЛИТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА</b>	221
	Д.А. Кузнецова, Д.Ю. Репин, Н.В. Дащенко	
49.	<b>ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ ТКАНЕЙ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ</b>	227
	Н.А. Курьлев, А.Х. Салихова, О.Г. Циркина, С.А. Сырбу	
50.	<b>УМНЫЙ ТЕКСТИЛЬ В АРХИТЕКТУРЕ И СТРОИТЕЛЬСТВЕ</b>	231
	И.А. Леонтьев, М. А. Сташева	
51.	<b>ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТЕЛЕЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ НЕТКАНЫХ ПОЛОТЕН С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРИРОДНОГО СЫРЬЯ</b>	233
	Н.Р. Лотоцкий, Г.М. Коваленко	
52.	<b>АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ИСХОДНОГО СЫРЬЯ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ НА ПОТРЕБИТЕЛЬСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СТРЕТЧ-ПЛЕНОК</b>	239
	Д.Д. Маринин, Т.Э. Комаев, Е.С. Бокова, Д.А. Медведева, Н.В. Евсюкова	
53.	<b>АДАПТАЦИЯ МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТАНГЕНЦИАЛЬНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ТКАНЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ, ПРОШЕДШИХ БИОХИМИЧЕСКУЮ ОБРАБОТКУ</b>	244
	Ю.И. Марущак, К.А. Ленъко, Н.Н. Ясинская, И.А. Петюль	
54.	<b>АНАЛИЗ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ СВОЙСТВ ВЕРХНИХ ТРИКОТАЖНЫХ ИЗДЕЛИЙ</b>	250
	К.А. Махмудов, Е.Н. Власова	
55.	<b>ТЕКСТИЛЬНЫЕ PH-ИНДУЦИРУЕМЫЕ ДАТЧИКИ КАК ИНДИКАТОРНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ В СРЕДСТВАХ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ ЧЕЛОВЕКА</b>	254
	В.В. Мелешенкова, Д.Н. Кузнецов	
56.	<b>РАЗРАБОТКА РУЧНОГО ТКАЦКОГО СТАНКА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА МНОГОСЛОЙНЫХ ТКАНЕЙ</b>	258
	Д.В. Муратов, Д.А. Пирогов	
57.	<b>КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ПРИ СОЗДАНИИ ПРОДАЮЩИХ ФОТОГРАФИЙ ОДЕЖДЫ</b>	262
	Н.А. Онопченко, Д.В. Борзова, Н.А. Онопченко	

58.	<b>ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ВЫПОЛНЕНИЕ В МАТЕРИАЛЕ ФОЛЬКЛОРНОГО ОБРАЗА С ТЕМАТИКОЙ ВОСТОЧНЫХ ОГУРЦОВ</b> А.Э. Оруджева, К.М. Демьяненко	268
59.	<b>ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЦВЕТА В МОДЕ НА ОСНОВЕ ПОЛИТЕЧЕСКИХ СОБЫТИЙ</b> А.Э. Оруджева, К.Д. Дементьева	271
60.	<b>ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ТЕКСТИЛЬНЫХ ФИЛЬТРОВ</b> В.Ю. Петрушина, Р.Н. Зыков, О.В. Козлова	274
61.	<b>ФОРМИРОВАНИЕ АЛГОРИТМА ПРОЕКТИРОВАНИЯ КАЧЕСТВА ГЕОТЕКСТИЛЬНЫХ ПОЛОТЕН ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В БЕТОННОМ ПОЛОТНЕ</b> Е.И. Пухова, Б.Н. Гусев	278
62.	<b>СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЦЕЛЛЮЛОЗНЫХ МАТЕРИАЛОВ</b> М.В. Раскачнова, М.Н. Ионкина, О.В. Козлова	282
63.	<b>РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ОДИНОЧНОЙ И КРУЧЕНОЙ ХЛОПКОЛЬНЯНОЙ ПРЯЖИ</b> С.А. Родионов, И.Г. Хосровян, А.Г. Хосровян, А.А. Жукова, Г.А. Хосровян	285
64.	<b>МОДЕРНИЗАЦИЯ УЗЛА ПЕРЕДАЧИ ПОПЕРЕЧНОГО ХОДА ИГЛОВОДИТЕЛЯ НА БЫТОВОЙ ШВЕЙНОЙ МАШИНЕ BROTHER PS-33</b> В.Е. Романов, Е.А. Топорова	288
65.	<b>АНАЛИЗ МАРКИРОВКИ МУЖСКОГО СПОРТИВНОГО БЕЛЬЕВОГО ТРИКОТАЖА</b> А.Ю. Рослякова, Е.Н. Власова	292
66.	<b>СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ПРОЕКТИРОВАНИЮ ХУДОЖЕСТВЕННЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ ПОЛОТЕН</b> В.В. Рыжкова, О.В. Иванова	296
67.	<b>ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ, ИНЕРЦИОННЫХ И КИНЕМАТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ЗВЕНЬЕВ МЕХАНИЗМА ПЕРЕМЕЩЕНИЯ МАТЕРИАЛА ШВЕЙНОЙ МАШИНЫ CS-790 КЛАССА ФИРМЫ «ПАННОНИЯ» (ВЕНГРИЯ)</b> Е.П. Силантьев, А.А. Тувин	299
68.	<b>СВОЙСТВА ПОЛИПРОПИЛЕНОВЫХ НИТЕЙ, МОДИФИЦИРОВАННЫХ В ПРОЦЕССЕ ПОЛУЧЕНИЯ МЕТАЛЛСОДЕРЖАЩИМИ НАНОЧАСТИЦАМИ, СТАБИЛИЗИРОВАННЫМИ ИНЕРТНЫМИ ПОЛИМЕРАМИ</b> К.А. Смирнов, М.Ю. Глухенко, С.Ю. Вавилова, Н.П. Пророкова	305

69.	<b>ПРИМЕНЕНИЕ СЕРИЦИНА ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ОБОЛОЧКИ МИКРОКАПСУЛ, ВКЛЮЧАЮЩИХ БАВ</b>	310
	Ю.Н. Соотц , З.А. Яминзода, О.И. Одинцова, А.А. Липина, Л.С. Петрова	
70.	<b>ВЛИЯНИЕ ТЕРМООБРАБОТКИ НА СВОЙСТВА ТРИКОТАЖНЫХ ПОЛОТЕН ИЗ ПОЛЫХ НИТЕЙ</b>	314
	А.И. Сосновская, Н.В. Скобова, С.С. Медвецкий	
71.	<b>ОЦЕНКА ВЕЛИЧИНЫ КИСЛОРОДНОГО ИНДЕКСА ТКАНЕЙ ИЗ ПРИРОДНЫХ ЦЕЛЛЮЛОЗНЫХ ВОЛОКОН</b>	317
	В.Г. Спиридонова, О.Г. Циркина	
72.	<b>РАЗРАБОТКА СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ ИМИТАЦИОННОЙ БЛОЧНОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ ОПТИМИЗАЦИИ НИТИ С ПОМОЩЬЮ СИСТЕМЫ БЛОЧНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ SIMULINK</b>	321
	И.А. Суворов, С.В. Ершов, В.Б. Кузнецов, Е.Н. Калинин	
73.	<b>ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЖЕСТКОСТИ ХЛОПЧАТОБУМАЖНОЙ ПРЯЖИ ПРИ ИЗГИБЕ</b>	325
	В.Г. Сучков, Т.И. Полякова	
74.	<b>ОЦЕНКА ПРОЧНОСТИ ФИКСАЦИИ <math>\beta</math>-ЦИКЛОДЕКСТРИНОВ НА ХЛОПЧАТОБУМАЖНОМ ВОЛОКНЕ</b>	328
	А.А. Токарева, З.А. Асхабова, Е.Л. Владимирцева	
75.	<b>ФОРМИРОВАНИЕ НАНОРАЗМЕРНЫХ ПОКРЫТИЙ НА ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛАХ МЕТОДОМ ПЕЧАТИ</b>	332
	А.В. Трегубов, К.А. Ерзунов, А.А. Шибаета, О.И. Одинцова	
76.	<b>К АНАЛИЗУ МЕХАНИЗМА СОЕДИНЕНИЯ ПОЛИМЕРНОГО ТОЧЕЧНОГО ПОКРЫТИЯ С ПОЛОТНОМ ТРИКОТАЖ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ СПОРТИВНОГО ШВЕЙНОГО ИЗДЕЛИЯ</b>	336
	А.Р. Трифонова, Р.Р. Фаткуллина	
77.	<b>ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПАКЕТОВ МАТЕРИАЛОВ В УСЛОВИЯХ ПРОИЗВОДСТВА КОНКУРЕНТОСПОСОБНЫХ ИЗДЕЛИЙ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ</b>	341
	В.Ю. Туханова	
78.	<b>КОМПОЗИЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ НА ОСНОВЕ ТЕКСТИЛЬНЫХ ОТХОДОВ</b>	348
	Р.Р. Тухбиева, А.А. Азанова, И.Г. Давлетбаев	
79.	<b>МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ИСПОЛНИТЕЛЬНЫМИ МЕХАНИЗМАМИ ТЕКСТИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ</b>	352
	П.Г. Фрасын, Д.В. Масанов	
80.	<b>АНАЛИЗ ВИДОВ БРАКА ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ</b>	356
	Н.В. Фролова, О.В. Радченко	

81. **АНАЛИЗ СТРУКТУРЫ ДВУХСЛОЙНОГО НАНОВОЛОКНИСТОГО МАТЕРИАЛА КОСМЕТОЛОГИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ** 360  
И.И. Черников, Д.Б. Рыклин
82. **МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ НОВЫХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК НА ПРОДАВЛИВАНИЕ ГЕОТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ** 366  
Г.В. Широкова, Н.А. Онопченко, А.В. Иванов, Б.Н. Гусев
83. **АНАЛИЗ ИННОВАЦИОННЫХ ВНЕДРЕНИЙ В ИЗДЕЛИИ VESTIGATOR FIREFOX («ОГНЕСТОЙКИЙ СПАЛЬНИК ГЕГЕЛЬСКОГО»): МАТЕРИАЛЫ, КОНСТРУКЦИЯ, НАЗНАЧЕНИЕ, ПЕРСПЕКТИВЫ** 370  
О.П. Гегельский, В.В. Иванов

*Научное издание*

**ФИЗИКА ВОЛОКНИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ:  
СТРУКТУРА, СВОЙСТВА, НАУКОЕМКИЕ ТЕХНОЛОГИИ  
И МАТЕРИАЛЫ**

**СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ  
XXV Международного научно-практического форума  
«SMARTEX – 2022»**

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. 44,0. Уч. - изд. л. 22,7

ФГБОУ ВО «Ивановский государственный политехнический университет»  
153000, г. Иваново, Шереметевский пр., 21  
Адрес в Интернете: [www.ivgpu.com](http://www.ivgpu.com)